

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-74318

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月17日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所	
G 1 1 B	5/84		G 1 1 B	5/84	A
	5/66			5/66	B

審査請求 未請求 請求項の数27 F D 外国語出願 (全 64 頁)

(21) 出願番号 特願平9-181657

(22) 出願日 平成9年(1997) 6月3日

(31) 優先権主張番号 08/657222

(32) 優先日 1996年6月3日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 591037649

コマグ・インコーポレイテッド

KOMAG, INCORPORATED

アメリカ合衆国カリフォルニア州95035・

ミルピタス・サウスヒルビュウドライブ

275

(72) 発明者 キャロリン エイ ロス

アメリカ合衆国 マサチューセッツ州

02115 ポストン 8 ビーコン ストリ

ート 470

(74) 代理人 弁理士 中村 稔 (外6名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気ディスク用支持体の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 磁気ディスク用のガラス支持体を粗面化する方法を提供すること。

【解決手段】 ガラス支持体上に金属層を被覆し、該金属層をレーザー粗面化する工程を含む磁気ディスクの製造方法。この磁気ディスクを、(a) Cr又はスパッタリングされたNiP等の下層、(b) Co又はFe合金等の磁気層、及び(c) ZrO₂、炭素又は水素化炭素等の保護オーバーコート、を被覆することにより仕上げる。上金属層を設けることにより、ガラス支持体に対してレーザー粗面化を利用することができる。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 下記の工程を含む磁気ディスクの製造方法：ガラス又はガラスセラミック支持体上に粗面化層を被覆する工程；該粗面化層をレーザー粗面化する工程；及び該粗面化層上に下層、磁気層及び保護オーバーコートを被覆する工程。

【請求項 2】 該粗面化層が金属である請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】 該粗面化層が無電解メッキにより形成される請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】 さらに、該支持体上に開始層を被覆する工程を含み、該開始層が該支持体上への該粗面化層の無電解メッキを開始する請求項 3 記載の方法。

【請求項 5】 該開始層が、Zn、Pd、Co、Fe、Rh、Be、NiP 及び Ni からなる群から選ばれた材料である請求項 4 記載の方法。

【請求項 6】 該開始層が、Zn、Pd、Co、Fe、Rh、Be、NiP 及び Ni からなる群から選ばれた材料の少なくとも 1 種の合金である請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】 該開始層が、真空蒸着により形成される請求項 4 記載の方法。

【請求項 8】 該開始層が、スパッタリングにより形成される請求項 7 記載の方法。

【請求項 9】 該開始層が Zn を含み、該開始層を被覆する工程が以下の工程を含む請求項 4 記載の方法：該支持体上に金属層を被覆する工程；及び該支持体を亜鉛化処理に付して、前記金属層を少なくとも部分的に消耗する工程。

【請求項 10】 該金属層が Al、Mg、Al 合金及び Mg 合金からなる群から選ばれる材料を含む請求項 9 記載の方法。

【請求項 11】 さらに、該支持体と該粗面化層の間に接着層を形成する工程を有する請求項 1 記載の方法。

【請求項 12】 該粗面化層が真空蒸着により形成される請求項 1 記載の方法。

【請求項 13】 該粗面化層が、Ni、Pd、Pt、Re 及び Fe からなる群から選ばれる第一材料と、Nb、Ta、Zr、Ti、W 及び V からなる群から選ばれる第二材料とを含む合金である請求項 12 記載の方法。

【請求項 14】 該粗面化層が、Ni、Co、Fe 及び Mo からなる群から選ばれる第一材料と、P、B、Se 及び Sb からなる群から選ばれる第二材料とを含む合金である請求項 12 記載の方法。

【請求項 15】 該粗面化層が、Ni 又は Co 基合金である請求項 12 記載の方法。

【請求項 16】 該粗面化層が、Ni、Nb 及び Pt からなる群から選ばれる材料の珪化物である請求項 12 記載の方法。

【請求項 17】 請求項 1 記載の方法により製造された磁気ディスク。

【請求項 18】 下記の工程を含む磁気ディスクの製造方法：ガラス又はガラスセラミック支持体上に金属開始層を被覆する工程；該金属開始層の被覆工程の後に前記支持体上に NiP 層を無電解メッキする工程、（該開始層が NiP の無電解メッキを開始する）；該 NiP 層をレーザー粗面化する工程；及び該レーザー粗面化工程の後に該 NiP 層上に、下層、磁気層及び保護オーバーコートを被覆する工程。

【請求項 19】 該支持体と開始層の間に接着層を形成する工程をさらに含み、該接着層が、Cr、Ta、Mo、W、V 及び Nb からなる群から選ばれる材料を含み、該下層が NiP 及び Cr からなる群から選ばれるスパッタリングされた材料を含む請求項 18 記載の方法。

【請求項 20】 下記の工程を含む磁気ディスクの製造方法：ガラス又はガラスセラミック支持体上に開始層を被覆する工程；該開始層に層を無電解メッキする工程；及び該無電解メッキ層上に、下層、磁気層及び保護オーバーコートを被覆する工程。

【請求項 21】 該無電解メッキ層が NiP を含み、該方法がさらに、該 NiP 層をレーザー粗面化する工程、該 NiP 層上に該下層を被覆する工程、及び該下層上に該磁気層を被覆する工程を含む請求項 20 記載の方法。

【請求項 22】 下記の工程を含む磁気ディスクの製造方法：支持体を準備する工程；該支持体上に Ni 及び Nb を含む層を設ける工程；及び該 Ni 及び Nb を含む層をレーザー粗面化する工程。

【請求項 23】 該支持体がガラス、ガラスセラミック、SiC、Si 又はスパッタリングされた炭素からなる群から選ばれる材料を含んでいる請求項 22 記載の方法。

【請求項 24】 該 Ni 及び Nb を含む層が、50～500nm 厚の NiNb 合金である請求項 22 記載の方法。

【請求項 25】 該 Ni 及び Nb を含む層が、16～60 原子%の Nb と、84～40 原子%の Ni を含んでいる請求項 22 記載の方法。

【請求項 26】 請求項 22 記載の方法により製造されたディスク。

【請求項 27】 請求項 1、20 又は 22 記載の方法により製造されたディスク；該ディスクを回転させるために該ディスクに連結されたモーター；該ディスクからデータを読み出し且つ該ディスクにデータを書き込むために該ディスクに近接して配置された読み出し書き込みヘッド、を含むディスクドライブ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の技術分野】 本発明は、磁気ディスク用支持体及び該支持体のコーティング及びテクスチャリング（すなわち、粗面化）方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 ガラスは適切な耐衝撃性を有するため、

磁気ディスク用にガラス支持体を使用することはこの技術分野で公知である。換言すれば、ガラス支持体は読み出し書き込みヘッドがディスクを叩いても変形しない。しかし、ガラスは硬く脆いので、ガラス支持体を機械的に粗面化する (texture) ことは困難であり、通常は、下塗り層及び磁気フィルムで被覆する前に HF 化学エッチング処理により粗面化している。例えば、米国特許第 5,087,481 号 (チェン等)、米国特許第 4,833,001 号 (キジマ) を参照されたい。(磁気ディスク支持体を粗面化する理由は、使用中の磁気ディスクと読み出し書き込みヘッド間の静止摩擦を減少することにある。) 不幸にして、ガラス支持体の化学的粗面化は困難且つ高価であり、化学的粗面化により一定の結果を得ることは極めて困難である。

【0003】メッキ NiP で被覆したアルミニウム支持体を使用して磁気ディスクを製造することもこの技術分野において公知である。大事なことは、アルミニウムが軽量材料であり NiP はみがいて機械的に粗面化できるということである。さらに、NiP は硬く、読み出し書き込みヘッドがディスクを叩いてもアルミニウム支持体に変形するのを防止する。(これとは対照的に、ガラスは NiP よりも耐衝撃性が高いのでガラス支持体をメッキ NiP で被覆する必要はなく、本発明者の知る限り、磁気ディスクの製造において、NiP をガラス支持体上にメッキすることはない。) さらに大事なことは、NiP は、機械的に粗面化されやすい。

【0004】NiP コートしたアルミニウム支持体は通常、アルミニウム支持体をアルカリ性亜鉛浸漬浴に浸漬する亜鉛化処理に付すことにより製造される。この処理は、“Modern Electroplating”, Lowenheim, John Wiley & Sons, 1974, の 593~595 頁に記載されている。亜鉛化処理はアルミニウム支持体上に薄い亜鉛の層を形成する。この支持体は無電解メッキにより NiP メッキする。例えば、“Modern Electroplating”, の 710~725 頁記載の “Electroless Plating”, F. Pearlstein を参照されたい。この処理の際に、亜鉛の層が消耗され NiP 層に置換される。この NiP 層を磨き、機械的に粗面化する。

【0005】近年、レーザー粗面化を利用した実験が工業的に開始された。レーザー粗面化の際、レーザービームを使用して、NiP 層にくぼみを形成する。例えば、米国特許第 5,062,021 号及び 5,108,781 号 (Ranjan) を参照。また、Baumgart “Safe Landings: Laser Texturing of High-Density Magnetic Disks”, Data Storage, 1996 年 3 月も参照されたい。このプロセスを使用する際、レーザー粗面化の前に支持体を平滑にしておく必要がある。レーザー粗面化の 1 つの利点は、これを利用すると、ディスク表面の小さな部分を粗面化して、ディスクドライブがオンオフするときに、読み出し書き込みヘッドが離脱及び接触をするテイクオフ及びランディング

ゾーン (コンタクト・スタート・ストップ・ゾーン又は CSS ゾーンとも呼ばれる) を形成することができることである。ディスクの残りの部分 (データゾーン) を使用してデータの記録を行う。これとは対照的に、上記 HF 化学エッチング処理により粗面化を、テイクオフランディングゾーンに限定することは困難である。

【0006】通常、ディスクの粗面化に使用される波長を有するレーザー光はガラス支持体に容易に吸収されないで、レーザーを用いてガラス支持体を有する磁気ディスクを粗面化することは従来困難であった。ガラスを粗面化するには、長い波長を出す比較的出力の高いレーザー、例えば、CO₂ レーザーを使用する必要があった。例えば、Teng “Laser Zone Texture on Alternative Substrate Disks”, 1996 Intermag Conference で発表を参照されたい。上記化学エッチング処理の代わりにガラス支持体をレーザー粗面化できることが望ましい。

【0007】

【発明の概要】本発明の方法は、ガラス支持体に平滑な金属層を被覆し、この金属層をレーザービームで粗面化する工程を含んでいる。この金属層は好ましくは、耐衝撃性で、硬く、高い融点を有し、また無定形金属層の場合には、高いガラス転移温度 (例えば、1000℃より高い) を有する。第一の実施態様において、金属開始層をガラス支持体上に被覆し、この開始層の上に NiP の無電解メッキを行う。開始層は、NiP の無電解メッキを容易にするための材料であり、例えば、Zn, Pd, Co, Fe, Rh, Be, NiP, Ni 又はその合金等である。ガラスに直接 NiP を無電解メッキすることはできないので、この開始層を形成する。無電解メッキ後、NiP 層を磨き、レーザーで粗面化する。

【0008】第一実施態様に従うプロセスにおいて、開始層は薄い Zn 層であり、亜鉛化処理により形成される。このプロセスの際、ガラス支持体上に、スパッタリング、蒸発又は他の方法により Al を被覆する。次いで、支持体を亜鉛化処理して Al 層の上に Zn 層を形成する (この Al 層は通常は、亜鉛化処理の際に部分的に又は完全に消耗される)。次いで、この薄い Zn 層の上に、NiP 層を例えば、無電解メッキによりメッキする。次いで NiP 層を磨き、レーザー粗面化する。重要なことは、薄い Zn 層が NiP の無電解メッキを容易にし、Al 層が、亜鉛化処理による Zn 層の形成を容易にするということである。(亜鉛化処理は未処理ガラス (bare glass) には役に立たない。) Al の代わりに亜鉛化処理に付すことができる他の材料として、例えば、Mg を使用することができる。第一実施態様の一変形として、Al 層を被覆する前に、ガラス支持体に、例えば、スパッタリングにより、接着層を被覆する。この接着層は、Al 層を支持体に強く接着させる。接着層は通常 Cr, Ta, Mo, W, V, Nb 又はこれらの合金で

ある。

【0009】第二実施態様では、開始層として亜鉛化処理により形成されるZn層を使用する代わりに、他の処理、例えば、スパッタリング又は蒸発により支持体（又は接着層）上に開始層を形成する。次いで、NiP層を無電解メッキにより支持体上に形成する。このNiP層を次いで磨き、レーザー粗面化する。このように開始層を形成することの利点は、それによって亜鉛化処理及びその他の予備処理工程を不要にするということである。

（NiPメッキアルミニウム支持体の通常の製造方法では、NiPメッキの前に、アルミニウム支持体をエッチングし、第一亜鉛化処理工程に付してZn層を形成し、このZn層を剥がし、この支持体を第二亜鉛化処理工程に付し、得られたZn層を剥離する。次いで支持体を第三亜鉛化処理工程に付す。エッチング、第一及び第二亜鉛化処理工程及びストリッピング工程を「予備処理」と呼ぶ。）

【0010】ガラス支持体へのNiPメッキ及び続くNiPのレーザー粗面化は多くの利点を有する。第一に、ガラスは、磁気ディスクの粗面化に普通に使用される波長のレーザー光に対して非常に吸収性とはいえず、ガラス支持体をレーザー粗面化することは困難である。コーティングのないガラスを粗面化するには、長い波長の光を出す出力の大きなレーザー、例えば、CO₂レーザーが必要である。これとは対照的に、NiPは、YLFやバナデートレーザーのような慣用のレーザーが出すレーザー光を容易に吸収するのでNiP層を粗面化するのは比較的容易である。第二に、支持体をレーザーで粗面化する際、支持体は平滑で、研磨されていることが必要である。ガラスは硬く脆いので、ガラス支持体を研磨するのは困難であり、コストも高い。我々は、第一及び第二実施態様の方法では、ガラス支持体を研磨しておく必要が無いことを見出した。むしろ、ガラス支持体上にNiPを単純にメッキし、次いでこのNiP層を研磨すればよく、これはガラス支持体を研磨するより容易でありしかも安価である。

【0011】第三に、レーザー粗面化によると、支持体をゾーンで粗面化することは極めて容易であるが、化学的エッチングによりガラス支持体をゾーンで粗面化することは困難であり、実行不可能である。第四に、磁気ディスクの製造に使用するガラスは通常、Naのような腐食性成分を含んでいる。Naは支持体から外に拡散して、磁気層の腐食を促進する。本発明の方法では、ガラス支持体はNiPにより実質的に包まれており、Na及び他の不純物が磁気層に到達してこれを腐食することはない。第五に、メッキしたガラス支持体は普通に使用されるアルミニウム支持体よりも耐衝撃性が優れている。重要なことは、大抵のディスクは、亜鉛化処理し、次いでNiPメッキしたアルミニウム支持体を使用して製造されているということである。薄いZn層を有するガラ

ス支持体を処理して、慣用のアルミニウム支持体磁気ディスクについて確立している製造プロセスからはずれることなく完全な磁気ディスクを得ることができる。本発明の第三の実施態様によれば、材料の層をガラス支持体上に被覆し（例えば、スパッタリング、蒸発又は他の手段により）、次いでこの材料の層をレーザーで粗面化する。レーザー粗面化に付す材料の層は、レーザー粗面化の際に使用するレーザーの波長を持つ光を吸収することができる。さらに、材料の層は優れた耐衝撃性と硬度を有する。一実施態様において、レーザー粗面化に付す材料の層は無定形であり、例えば、Ni、Pd、Pt、Re及びFeの少なくとも1種と、Nb、Ta、Zr、Ti、W及びVの少なくとも1種を含む合金である。材料の層は、Ni、Co、Fe及びMoの少なくとも1種と、P、B、Se及びSbの少なくとも1種を含む合金でもよい。他の実施態様において、材料の層はCo又はNi基合金や、Ni、Nb及びPtの珪化物のような、高融点の結晶性物質である。

【0012】第三実施態様の一変形では、スパッタリングしたCrのような接着層を支持体とレーザー粗面化材料との間に形成する。この第三実施態様は層を被覆する前にガラス支持体を研磨しはじめに平滑にしておくことが好ましい点を除き、第一及び第二実施態様と同様の多数の利点を有している。第三実施態様は、スパッタリングが低コストであり、きれいで迅速なプロセスであるという利点を有する。この第三実施態様ではメッキが不要である。第三実施態様ではまた、メッキNiP層で得られるよりも広範囲のレーザー隆起形状が得られる。例えば、使用する材料により、メッキNiPよりも広範囲のレーザー粗面化条件で「ソンプレロ」隆起をつくることができる。第三実施態様の他の変形では、レーザー粗面化に付す材料の層はスパッタリングしたNiNbを含んでいる。NiNbは50モル%のNi及び50モル%のNbを含み得るが、他の添加物を含む他の組成のものも使用できる。重要なことはNiNbが以下の利点を有することである。

- a) それは硬く、ディスクが読み出し書き込みヘッドを叩いても容易に変形しない。
- b) NiNbは耐腐食性である。
- c) NiNbは無定形であり、規則的な形状を有する隆起を形成する。
- d) レーザーパルスで粗面化する際、NiNbはスプラッターを生じない。
- e) レーザーパルスで粗面化する際、NiNbは容易に裂けたり燃え尽きたりしない。
- f) NiNbが比較的薄い場合にも、良好な形状のレーザー粗面化物を形成できる。
- g) NiNb粗面化物の高さは、レーザー出力が変化してもそれほど大きく変化しない。（これにより、製造の際に粗面化面の調節が容易になる。）

h) 特に接着層を使用しなくても、NiNbはガラスに強く接着する。

【0013】レーザー粗面化する材料の層は平滑な表面となるように被覆することが望ましい。しかし、一実施態様では、この層は、読み出し書き込みヘッドが不注意でデータゾーンに触れた場合に、静止摩擦と摩擦を低くするために、いくらかの粗さを有している。本発明の方法に使用する支持体は、典型的には、化学的に強化したガラス支持体、例えば、ホウ珪酸塩ガラスである。上記キジマ及びチェン特許に記載のガラス支持体も使用できる。また、ガラスセラミック、SiC、焼結炭素又はSiも使用できる。

【0014】

【詳細な説明】メッキ法を使用した第一実施態様

図1Aを参照すると、ディスク110は、ガラス支持体112、Cr接着層114及びAl層116を有する。支持体112は通常は、化学的に強化したホウ珪酸塩又はアルミノ珪酸塩ガラスである。Cr接着層114は通常は5~50nm厚（一実施態様では20nm）であり、1kwの出力、アルゴン中6.5mtorrの圧力で4nm/秒の速度でスパッタリングすることにより形成される。一実施態様では、Intervac 250A スパッタリング装置（インターバック（サンタクララ、CA）社製）を使用し、層114及び116を、D.C. マグネトロンスパッタリングする。Al層116は通常は50~500nm厚（一実施態様では200nm厚）であり、アルゴン中10mtorrの圧力、1kwの出力で6.3nm/秒の速度でスパッタリングすることにより形成される。Cr層114は任意であり、これを設けると、次に被覆した層がガラス支持体112に強く接着するのを確実にする。Al層116は次の亜鉛化処理を容易にする。

【0015】図1Bを参照すると、ディスク110は、亜鉛化処理、例えば上記Lowenheim文献に記載された処理に付され、Zn開始層117を形成する。Zn開始層117は通常は約5~10nm厚である。この処理の際、Al層116は、その厚みにより、部分的又は完全に消耗される。一実施態様において、この支持体を第一亜鉛化処理に付し、得られたZn層を稀硝酸及び稀硫酸によりストリッピング処理し、支持体を第二の亜鉛化処理に付し、得られたZn層をストリッピング処理し、次いで支持体を第三の亜鉛化処理に付す。これらの処理工程により、優れたNiP小瘤構造と平滑なNiP表面を有する改良されたNiPフィルム（以下のメッキ工程で形成される）が形成されるが、なぜ形成されるのかは現在のところ不明である。他の実施態様において、亜鉛化処理は2回だけ行われる。さらに他の実施態様において亜鉛化処理は1回だけ行われる。

【0016】図1Cを参照すると、NiP層118が、無電解メッキにより、5~10ミクロン、通常は約8ミクロンの厚さで被覆される。NiPメッキは、1974年Wi-

ley発行のLowenheim 著“Modern Electroplating”の3版31章“Electroless Plating”にPearlsteinが記載している。NiPメッキの際、Zn層117が消耗される。

（重要なことは、NiPの無電解メッキは自動触媒プロセスであり、Zn層117がこのプロセスを開始するということである。）

NiP層118は慣用の方法で研磨され、レーザー粗面化されて隆起Bを形成する。レーザー粗面化は、Spectra Physics Corporation製のイットリウムバナデードレーザーを使用して行うことができる。このようなレーザーは通常、約10~70ナノ秒（“ns”）の継続時間を有し、6~11ミクロンのスポットサイズのパルスが発生し、パルス当たり0.06~3マイクロジュールが発生し、1.064ミクロンの波長を有する。またSchwartz Electro Optics 社製の、1.047ミクロンの波長、0.3~15マイクロジュール/パルス、6~11ミクロンのスポットサイズ、70KHzのパルス速度、200~300nsのパルス継続時間を有するイットリウムルテリウムフルオライド（“YLF”）レーザーも使用できる。しかし、他のタイプのレーザーを使用して本発明のディスクの粗面化を行うこともできる。

【0017】レーザーをNiPフィルムに向けると、支持体を回転させて、各パルスがディスクの異なった位置で隆起を形成するようにする。各パルスの際に伝達されるエネルギーの量、パルス継続時間、及びスポットサイズは、所望のサイズとプロフィールを持った隆起が形成されるように選択される。図2は、ガラス支持体上のメッキNiP層上に形成された一連のレーザー隆起を示す。この支持体は20nm厚のCr層と200nm厚のAl層を含んでいる。犠牲となるZn層は、亜鉛化処理により形成され、NiPがその上にメッキされる。一連のレーザー隆起が形成され、この一連の隆起の各群には、図2において1~19まで標識が付けられている。2.86マイクロジュールのエネルギーのレーザーパルスを用いて群1を形成した。スポットサイズは11ミクロン、レーザーパルスは25nsであった。群2の隆起の形成に使用した出力は、群1の隆起の形成に使用した出力より5%大きいものであり、群3の隆起の形成に使用した出力は、群2の隆起の形成に使用した出力より5%大きいものであり、以下同様とした。図から明かなように、隆起の形成に使用するレーザービームの出力を調節することによりレーザー隆起のサイズ、プロフィールを変化させることができる。一実施態様において、レーザー隆起の形成に使用したエネルギーは、2~6マイクロジュールであり、パルス継続時間は14~40nsであり、スポットサイズは6~11ミクロンであった。しかし、本発明は、隆起を形成するのに使用する特定のパラメーターに限定されるものではなく、当業者は、その要求に合わせて、隆起のサイズとプロフィールを調節するためにレーザーのパラメーターを選択することが出来る。

【0018】図2の隆起の形状は、ほぼ「ソンプレロ」型である。レーザーパルスは通常ソンプレロ型（例えば、図7に示すように）又はリッジ型（図8）を形成する。メッキNiP層では、図2及び7に示すように、ソンプレロ型の隆起、又は、図3及び8に示すように、リッジ型の隆起が形成される。（図7及び8の隆起は、スパッタリングしたNiPの層中に形成されたものである。スパッタリングしたNiP層のレーザー粗面化については後述する。）短いパルス（例えば、約30ns未満）を広いスポットサイズ（例えば、約10ミクロンよりも大きい）で使用してソンプレロを形成することが出来る。他の条件下ではリッジ型が優先する。図3は、メッキしたNiP中に形成されたリッジ型の隆起を示す。このNiPは、20nm厚Crと200nm厚Alを被覆したガラス支持体上に形成された。Alを亜鉛化処理工程及びNiPの無電解メッキに付した。図3の隆起は列21～39に配列されている。これらの隆起は40nsレーザーパルスと8ミクロンのスポットサイズを使用して形成された。列21のスポットは、0.77マイクロジュールのパルスを用いて形成された。列22のパルスは、列21のパルスより10%大きなエネルギーを持っており、列23のパルスは、列22のパルスより10%大きなエネルギーを持っており、以下同様であった。図から明らかなように、図3の隆起はリッジ型である。

【0019】本発明は、リッジ型とソンプレロ型の両者を包含する。いずれの型の隆起においても、隆起の高さはレーザーの出力が高くなるにつれて高くなる。いずれの型の隆起についても、レーザーの出力はNiPを熔融するのに十分なものであることが必要である。レーザーの出力は、NiPを焼き尽くすほど大きなものであってはならない。粗面化後、ディスク110を慣用の方法、例えば、NiPのような非鉄磁気下層又はCr下層120、磁気層122及び保護オーバーコート124をスパッタリングして仕上げる。例えば、米国特許第5,180,640号（ヤマシタ）を参照されたい。一実施態様において下層120はCrであり、磁気層122は、比較的高いスパッタリング速度（例えば、約10nm/秒）で被覆されたCoCrTaのような合金である。支持体はスパッタリング中約200℃に加熱される。Cr下層120を用いて磁気層122の磁化方向を制御する。

【0020】本発明は、支持体を加熱しないスパッタリングプロセスに使用することもできる。このようなプロセスの一例では、下層120はNiPと約2%のAl₂O₃の混合物を含み、磁気層122は、比較的低い速度（例えば、0.5nm/秒未満）でスパッタリングされた、CoNiPtTiTaと少量のSiO₂を含む。

（例えば、米国特許出願第08/286653（チェン）（Komag社に譲渡）を参照されたい。）しかし、本発明は下層及び磁気層に使用される特定の材料に限定されるのではなく、また特定の被覆方法や被覆条件に限

定されるものでもない。例えば、スパッタリングされたNiPの代わりに、他のスパッタリングされた下層材料、例えば、米国特許第4,786,564号に記載されたものも使用することができる。接着層114としてCrの代わりに他の材料、例えば、Ta、Mo、W、V、Nb又はこれらの合金を使用することができる。また、接着層114を省略することもできる。

【0021】Al層116の代わりに、亜鉛化処理に付すことができる他の材料、例えば、Mg又はAl又はMgの合金を使用することができる。メッキしたNiPの代わりに、レーザー粗面化のための支持体上に他の材料、例えば、CoP又はFePをメッキすることができる。ホウ珪酸塩又はアルミノ珪酸塩ガラスの代わりに、他のガラス組成物又は材料、例えば、珪素、SiC、セラミック、ガラスセラミック、又は焼結炭素も支持体112として使用することができる。上記のとおり、この実施態様の支持体は、極端に平滑である必要はない。代わりに、研磨していないガラス支持体を使用し、その上にNiPをメッキし、NiPを研磨する。一実施態様において、ガラス支持体は、原子力顕微鏡で測定して50Åより大きな粗さRaを有する。別の実施態様において、ガラス支持体は、100Åより大きな粗さRaを有し、他の実施態様において、ガラス支持体は、200Åより大きな粗さRaを有する。ガラス支持体のRaは通常ディスク上に形成されるNiPの厚さの約10%未満である。

【0022】メッキプロセスを使用した第二実施態様 図4は、本発明の第二実施態様の製造の際の磁気ディスク150を例示する。このディスクは上記のとおり、ガラス支持体112、任意のCr接着層114を含んでいる。しかし、図4の実施態様では、Zn開始層115は、スパッタリングのような真空蒸着法により形成されている。スパッタリングにより形成する際、Zn層115は、アルゴン中10mtorrの圧力、1kwの出力、24nm/秒の速度でスパッタリングすることができる。Zn層115は通常60nm厚である。次いで、NiP層118をZn開始層115の上に無電解メッキし、研磨し、レーザー粗面化する。（Zn層115はNiPメッキの際に部分的に又は完全に消耗される。）次に、図1Cに関連して説明したように、下層120、磁気層122、保護オーバーコート124を被覆してディスクの製造を完了する。Znの代わりに、無電解メッキを開始できる他の材料、例えば、Pd、Co、Fe、Rh、Be、NiP、Ni及びこれらの合金も使用できる。このような材料は、接着層114上に、又は支持体112上に直接（例えば、スパッタリングにより）真空蒸着できる。

【0023】真空蒸着粗面化層を使用した第三実施態様 図5を参照すると、本発明の他の実施態様において、無電解メッキNiPの代わりに、NiNb層119（例えば、50モル%Ni及び50モル%Nb）を、接着層1

14上に50～500nm厚で真空蒸着する。一実施態様において、NiNbはスパッタリングにより被覆される。NiNbは、無定形であり、結晶化しにくい。我々は、粗面化隆起が、20～30nmの高さを有するNiNb中に形成できることを見出した。100nm厚のNiNbフィルムについても、我々は20～25nmの粗面化隆起が形成できることを発見した。一実施態様において、レーザー粗面化は、バナデートレーザー、14～260nsのレーザーパルス継続時間、0.1～10マイクロジュールのパルス当たりエネルギー及び6～11ミクロンのスポットサイズを用いて行った。図6は、本発明の500nm厚スパッタリングNiNbフィルム中に形成された一連のレーザー隆起41～59を示している。このレーザーは図2及び3で隆起を形成するのに使用したものと同一である。出力は25nm厚のCr層を含んでいる。群41の隆起の形成に使用したエネルギーは、1.44マイクロジュールであり、各後続の群の隆起は、10%大きなエネルギーで形成した。我々は、NiNbが、14～270nsのパルス継続時間、6～11ミクロンのスポットサイズでソンプレロ隆起を形成することを見出した。このソンプレロ隆起の高さはレーザーの出力とともに増大した。(NiNb中に形成されたソンプレロ隆起は、以下の他の材料中で形成されたソンプレロ隆起とは

図9の曲線	パルスの継続時間
60	14ns
61	14ns
62	270ns
63	270ns

このように、粗面化する層が厚くなるほど、焼き尽くすのに必要なエネルギーが大きくなる。粗面化後、下層120、磁気層122及び保護オーバーコート124を上記のとおり形成してディスクを仕上げる。他の実施態様においてNiNbは支持体112に直接スパッタリングする。上記のとおり、我々は、NiNbは他の材料よりも優れた独特の組合せの特性を有することを見出した。NiNbは、硬く、レーザー粗面化の際に亀裂が入りにくく、焼き尽くされにくく、耐腐食性であり、ガラスに強く接着する。NiNbが薄い(例えば、100～150nm厚)であっても、NiNbにより優れた粗面化面を形成することができる。レーザー隆起の高さは、レーザー出力が変化してもそれほど変化せず、NiNbを使用するとディスク製造プロセスの制御が容易である。

【0026】一実施態様において、NiNbフィルムのNb含有量は、16～60原子%である。Ni含有量は、84～40原子%である。他の実施態様において、Nb含有量は、45～55原子%であり、Ni含有量は55～45原子%である。(Nb含有量が高すぎると、隆起が低くなりすぎる。Nb含有量が低すぎると、NiNbフィルム中の隆起の高さがレーザー出力の変化に対して感度が高くなりすぎる。)

異なっている。第一に、ソンプレロ隆起は一般に丘の周囲に窪みを有する。NiNb中のソンプレロ隆起は、他のソンプレロ隆起よりも、窪みの程度がはるかに小さい。第二に、ソンプレロ粗面化物の特徴は一般に、「体積保存性」すなわち、ソンプレロの丘を形成する材料の量は、窪みから取り出された材料の量に通常は実質的に等しい。NiNb中に形成されたソンプレロ隆起は通常「体積保存性」ではない。)

【0024】また、出力等のレーザーパルスパラメータを調節することによりレーザー隆起のサイズとプロフィールを選択することができる。この明細書の記載に照らし、当業者は、必要な粗面化隆起を生成するようなパラメータを選択することができる。しかし、レーザーの出力はNiNb層を焼き尽くすほど大きなものであってはならない。図9は、NiNb層の厚さ(図11のX軸)とNiNb層を焼き尽くすのに必要なパルス当たりのエネルギー量(図11のY軸)との関係を示す。図9において、NiNb層はガラス支持体上に形成された25nmのCr層にスパッタリングされた。図9のデータを集めるのに使用したレーザーパルスのスポットサイズ及びパルス継続時間は以下のとおりであった。

【0025】 スポットサイズ
6ミクロン
11ミクロン
6ミクロン
11ミクロン

NiNbの代わりに、他の材料、例えば、Ni、Pd、Pt、Re及びFeの1種を含む第一成分と、Nb、Ta、Zr、Ti、W及びVの1種を含む第二成分との合金も使用することができる。このような材料は硬く、かつ良好な耐衝撃性を有することが必要である。スパッタリングされると、これらの材料は無定形の形態で被覆される傾向がある。他の実施態様において、Ni、Co、Fe及びMoの1種を含む第一成分と、P、B、Se及びSbの1種を含む第二成分を含む合金を使用することができる。このような合金も無定形の形態でスパッタリング被覆される。さらに他の実施態様において、高融点結晶性フィルム例えば、Co及びNi基合金を使用することができる。Ni、Nb及びPtの珪化物等も使用できる。この実施態様の粗面化層(NiNbや上記材料)は好ましくは、10～1000nmの厚みを有する。経済的な理由から薄い層の方が好ましい。スパッタリングは、高速(例えば、2～20nm/秒)かつ低圧(1～20mtorr)のDCマグネトロン、RF又はRFマグネトロンスパッタリングにより行うことができる。粗面化層は、レーザー粗面化の前に平滑にしておく必要がある。粗面化は通常CSSゾーンにおいてのみ行われ、ディスクのデータゾーンは平滑に維持すべきであることから、

このことは重要なことである。

【0027】他の実施例

実施例 1

ホウ珪酸塩ガラス支持体に 20nm 厚の Cr を被覆することにより支持体を製造した。1 ミクロンの厚みを有する無定形 NiP 層をこの Cr 層上にスパッタリングし、レーザー粗面化した。レーザーエネルギーは、0.1 ~ 2.63 マイクロジュール/パルスであり、パルス継続時間は 14ns、スポットサイズは 11 ミクロンであった。図 7 は、ガラス支持体上にスパッタリングされた、80nm Cr 層上にスパッタリングされた 1 ミクロン厚の NiP 層 (15.5 重量%P) 中に形成されたソンプレロ隆起を示す。パルスの継続時間は 14ns、スポットサイズは 11 ミクロンであった。パルスエネルギーは 0.59 マイクロジュールであった。図 8 は、ガラス支持体上にスパッタリングされた、80nm Cr 上にスパッタリングされた 1 ミクロン厚の NiP (15.5 重量%P) 中に形成されたリッジ隆起を示す。パルスの継続時間は 14ns、スポットサイズは 11 ミクロンであった。パルスエネルギーは 0.94 マイクロジュールであった。従って、14ns パルス時間で 11 ミクロンスポットサイズの場合、レーザーパルスエネルギーを変えることにより、リッジ又はソンプレロ隆起を、スパッタリングされた NiP に形成することが出来ることがわかる。

【0028】実施例 2

ホウ珪酸塩ガラスとして 20nm 厚の Cr を被覆することにより支持体を製造した。100nm、500nm 及び 1 ミクロンの厚みを有する無定形 NiNb 層をこの Cr 層上にスパッタリングし、レーザー粗面化した。0.5 ~ 1.3 マイクロジュールのレーザーパルスを、継続時間 25 ~ 264ns、6 ~ 11 ミクロンのスポットサイズで使用した。すべての条件下でソンプレロ型の隆起が形成されたが、出力の増大と共にサイズ及び高さが大きくなった。フィルム厚を小さくすることによって、低出力で所定サイズの隆起を作ることができる。レーザー出力が大き過ぎるとレーザーが NiNb フィルムを焼き尽くす。フィルムが薄くなるほど、NiNb を焼き尽くすのに必要なエネルギーは低くなる。また、スポットサイズが小さくなるほど NiNb を焼き尽くすのに必要なエネルギーは低くなる。しかし、このことは問題とはならない、というのは、0 ~ 100nm の高さを有する粗面化隆起は NiNb を焼き尽くすほど大きくないレーザー出力を用いて形成できるからである。

【0029】実施例 3

ホウ珪酸塩ガラス上に 20nm 厚の Cr を被覆することにより支持体を製造した。100nm、500nm 及び 1 ミクロンの厚みを有する無定形 NiAl 層をこの Cr 層上にスパッタリングし、レーザー粗面化した。NiAl は 50 モル% Ni であった。0.93 ~ 6.3 マイクロジュールのレーザーパルスエネルギーを、継続時間 25ns、

10 ミクロンのスポットサイズで使用した。100nm 及び 500nm の厚みを有する NiAl フィルム中ではソンプレロ隆起が形成される傾向があった。1 ミクロン厚の NiAl フィルム中ではリッジ隆起が形成される傾向があった。NiAl 厚 100、500 及び 1000nm についてそれぞれ、1.0、3.6 及び 4.0 マイクロジュールを越えるレーザー出力 (25ns の継続時間、10 ミクロンのスポットサイズ) で NiAl フィルムに亀裂を生じた。亀裂は好ましくなく、フィルムストレスによるものと考えられる。さらに、フィルムストレス (及び従って亀裂) は、NiAl のスパッタリング条件を調節することにより回避することができる。

【0030】他の実施例

一実施態様において、100 ~ 500nm 厚の磁気層 (CoNiPtTaTiSiO₂) を、ガラス支持体にスパッタリングされた、25nm 厚 Cr 接着層上にスパッタリングした。次いで、CoNiPtTaTiSiO₂ 層をレーザー粗面化した。他の実施態様において、ガラス支持体上に、130nm 厚の NiSi (81 原子%の Ni、19 原子%の Si) 層をスパッタリングし、次いでレーザー粗面化した。他の実施態様において、ガラス支持体上に、100 ~ 500nm 厚の Cr をスパッタリングし、次いでレーザー粗面化した。レーザー出力が高くなると、Cr は亀裂を生じ又は焼き尽くされる傾向がある。) 他の実施態様において、ガラス支持体上に、100 ~ 500nm 厚の Ta をスパッタリングし、次いでレーザー粗面化した。他の実施態様において、Ta 接着層上に、100 ~ 500nm 厚の Al をスパッタリングし、次いでこの Al をレーザー粗面化した。(Al 中に粗面化面を形成することが出来るが、Al は比較的柔らかいので、他のより固い材料の方が望ましい。)

本発明には別の金属材料も使用できるが、NiNb において見出される品質の組合せが優れていることを我々は見出した。例えば、NiNb は、Al より硬く、Cu より耐腐食性が高く、Cr のように容易に燃焼せず、Ta より優れた粗面化面を形成する。

【0031】レーザーエネルギーの関数としての隆起高さの変動

上記のとおり、隆起の高さはレーザーエネルギーの増加と共に高くなる。使用する材料及びレーザーパラメータは、隆起高さがレーザー出力の 1% の変動に対して 1nm 以上変動しないことが一般的に望ましい。というのは、通常のレーザーのレーザー出力は使用中、変動し、得られる隆起の高さの変動を最小化することが望ましいからである。図 10 は、NiP メッキした Al (曲線 80)、ガラスにスパッタリングした 25nm 厚の Cr 上にスパッタリングした 100nm 厚 NiNb (曲線 81) 及びガラス上にスパッタリングした 25nm 厚の Cr 上にスパッタリングした 100nm 厚の CoNiPtTaTiSiO₂ (曲線 82) についての、隆起高さとしてレーザーパ

ルスエネルギーとの関係を示している。(CoNiPtTaTiSiO₂ は磁性合金であり、それゆえに粗面化層としては一般に望ましくない。) 図 10 の Y 軸はナノメーターであり、X 軸はレーザーパルスエネルギー (マイクロジュール) を示す。曲線 81 では、傾きは、パルスエネルギー変化 1% に対してほぼ 1nm 未満である。曲線 82 では、1 マイクロジュール未満のパルスに対して、傾きは曲線 80 のパルスエネルギー変化 1% に対して 1nm 未満であり、曲線 80 の上方部分での操作は、レーザーパルスエネルギー変動に対してほぼ反応しないという利点を与える。(曲線 80 の上方部分での操作は、曲線 81 及び 82 におけるように、隆起の高さが任意に選択されてしまうことを回避する。) 図 10 の隆起は次の形状を有する。

- 80 ソンブレロ
- 81 リッジ
- 82 ソンブレロ

【0032】耐衝撃性

上記のとおり、レーザーを用いて、ガラス支持体上の金属フィルムを粗面化することができる。この方法の利点の一つは、ガラス支持体が NiP メッキしたアルミニウムより耐衝撃性が優れているということである。図 11 は、以下の構造の支持体に窪みをつけるのに必要な力を示している。

1. 8 ミクロン厚の NiP をメッキしたアルミニウム支持体 (図 11 において「NiP/Al」と表示)
2. 20nm 厚 Cr を被覆したガラス (図 11 において「G/Cr」と表示)
3. 1 ミクロン厚 NiAl を被覆したガラス (図 11 において「G/NiAl」と表示)
4. 20nm 厚 Cr、200nm 厚 Al (亜鉛化処理に付した)、及び 8nm 厚 NiP を被覆したガラス (図 11 において「G/Cr/Al/NiP」と表示)

【0033】図 11 に対応する試験中、50% スライダーを載せたディスクを加速し、急停止させた。(「50% スライダー」という用語はこの技術分野に周知であり、スライダーのサイズを意味する。) ディスクを急に減速したため、ディスク上のスライダーは、ディスク表面がスライダーに対して及ぼす力によって急に減速された。この力を「G's」として測定し、図 11 の Y 軸上に示した。(1 G は物体を 9.8 m/s² 減速する力、すなわち重力である。) この試験を使用すると、不注意でディスクドライブを床に落とした場合のディスクとスライダーにかかる力をシミュレートすることができる。図 11 中の x は、ディスク表面に許容できない窪みを生じたこれらの試験を示している。ダイヤモンドのマークはディスク表面に許容できない窪みが生じなかった試験を示している。このように、NiP メッキしたアルミニウム支持体に窪みを付けるには 180 G が必要であり、ガラス支持体に窪みを付けるには 250 G が必要であっ

た。従って、ガラス支持体は NiP メッキした Al よりも耐衝撃性が高い。

【0034】工業上の利用性

図 12 は、本発明に従って製造された磁気ディスク 102 を有する磁気ディスクドライブ 100 を示している。ディスク 102 は、ディスク 102 を回転させるためのモーター 104 に連結されている。一実施態様において、ディスク 102 は、5000~10000 rpm のスピードで回転する。一対の読み出し書き込みヘッド 106a、106b がアーム 108a、108b に取り付けられ、アームは、ディスク 102 上の選択されたデータトラック上にヘッド 106a、106b を正しい場所に配置するためのアクチュエーター (示されていない) により駆動される。ヘッド 106a、106b は、使用中、ディスク 102 上を「飛行する」。ヘッド 106a、106b は、誘導読み出し書き込みヘッドでも、磁気抵抗読み出し書き込みヘッドでもよい。別の実施態様において、ディスクドライブ 100 は、数個の磁気ディスクを有していてもよい。ディスクドライブ 100 の部品は、ディスク 102 以外はすべて慣用のものである。ディスクドライブについての詳細は、米国特許第 4,949,202 号 (Kim)、同 5,025,335 号 (Stefansky) 及び同 5,027,241 号 (日立) に記載されている。本発明を特定の実施態様に関連して説明したが、当業者は、本発明の精神及び範囲から逸脱することなく形態及び詳細を変更できることを理解する。例えば、本発明は、ガラス以外の非金属支持体又は非導電性支持体を用いて実施できる。例えば、Perettie, "Alternative Substrates: The Critical Issues", IDEMA Insight, November/December 1995 を参照されたい。さらに、種々の方法、例えば、スパッタリング、蒸発等によりディスク上に種々の層を形成することができる。本発明は、圧力、蒸着速度等の蒸着条件によって制限されるものではない。本発明を使用して磁気ディスクのゾーン粗面化、又は磁気ディスクの全表面の粗面化ができる。また、本発明を使用して CSS ゾーンに大きな隆起を有する粗い粗面を、データゾーンに小さな隆起を有するより平滑な粗面を形成することができる。本発明は、高融点の金属粗面化層を用いて実施できるが、Al や Cu 等の他のレーザー粗面化層材料を用いて実施することもできる。従って、このような全ての変更は本発明の範囲に包含されるものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1A は及び 1B は、本発明の第一実施態様の製造の際の、ガラス支持体を有する磁気ディスクの断面を示す。図 1C は、製造完了時の図 1A 及び 1B の磁気ディスクの断面を示す。

【図 2】本発明のメッキした NiP 層中に形成されたレーザー隆起を示す。

【図 3】本発明のメッキした NiP 層中に形成されたレーザー隆起を示す。

【図4】本発明の第二実施態様の製造の際の、ガラス支持体を有する磁気ディスクの断面を示す。

【図5】本発明の第三実施態様により製造された、ガラス支持体を有する磁気ディスクの断面を示す。

【図6】本発明によりガラス支持体上に形成されたNiNb層中に形成されたレーザー隆起を示す。

【図7】スパッタリングされたNiP層（15.5重量%P）中にレーザーにより形成された「ソンプレロ」型の隆起を示す。

【図8】スパッタリングされたNiP層（15.5重量%P）中にレーザーにより形成された「リッジ」型の隆

起を示す。

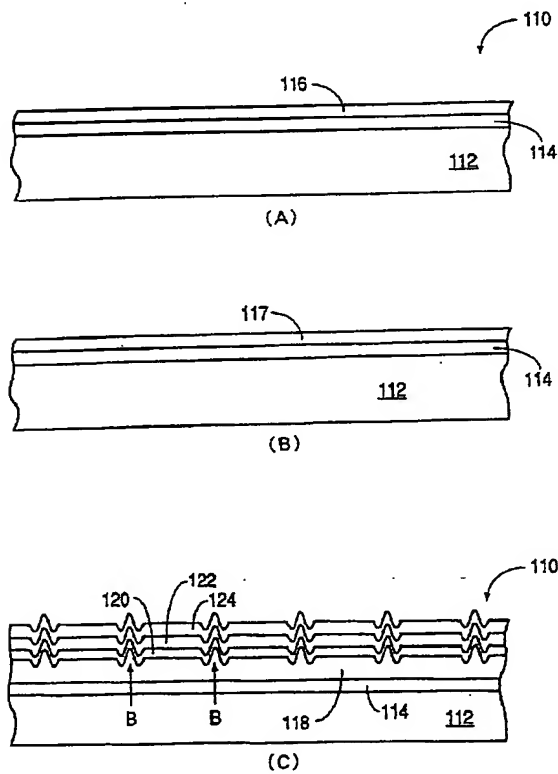
【図9】NiNb層の厚さと、該NiNb層を焼き尽くすのに必要なエネルギーとの関係を示す。

【図10】種々の粗面化層材料について、隆起の高さとレーザーパルスエネルギーとの関係を示す。

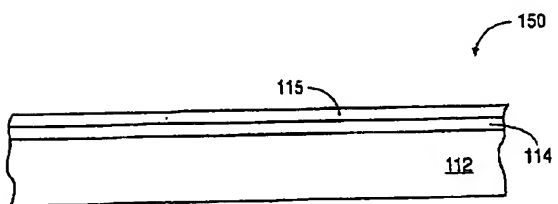
【図11】メッキしたNiPで被覆されたAl支持体を含むディスクとガラス支持体を含むディスクの耐衝撃性を比較する。

【図12】本発明のディスクを含む磁気ディスクドライブの概略図である。

【図1】

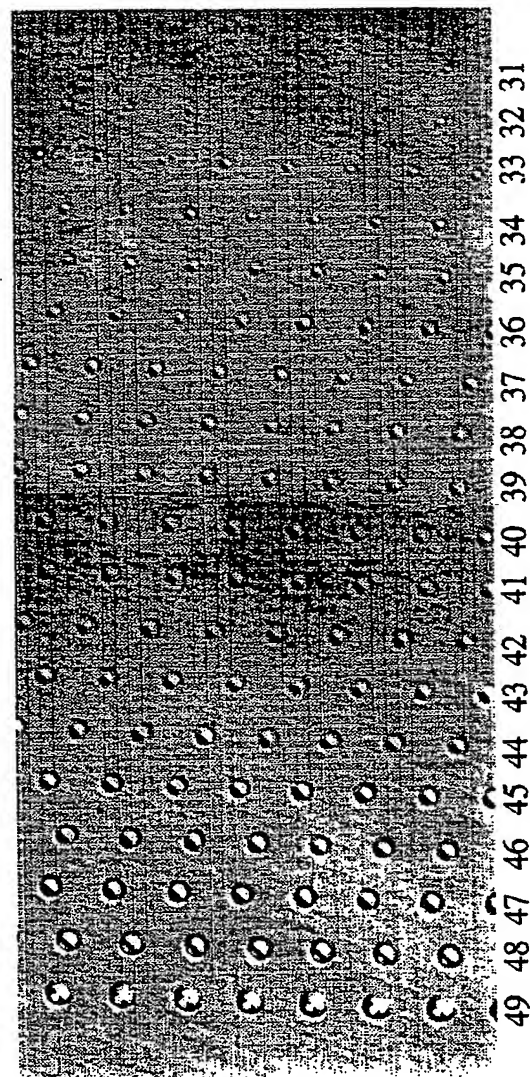


【図4】



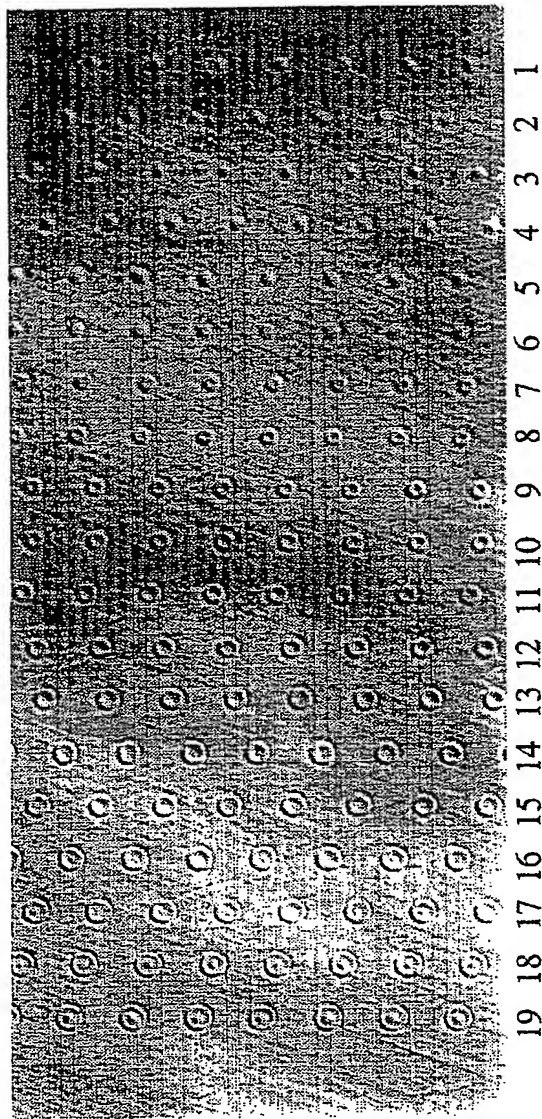
【図3】

図面代用写真

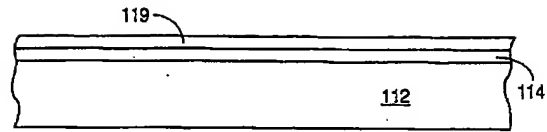


【図 2】

図面代用写真

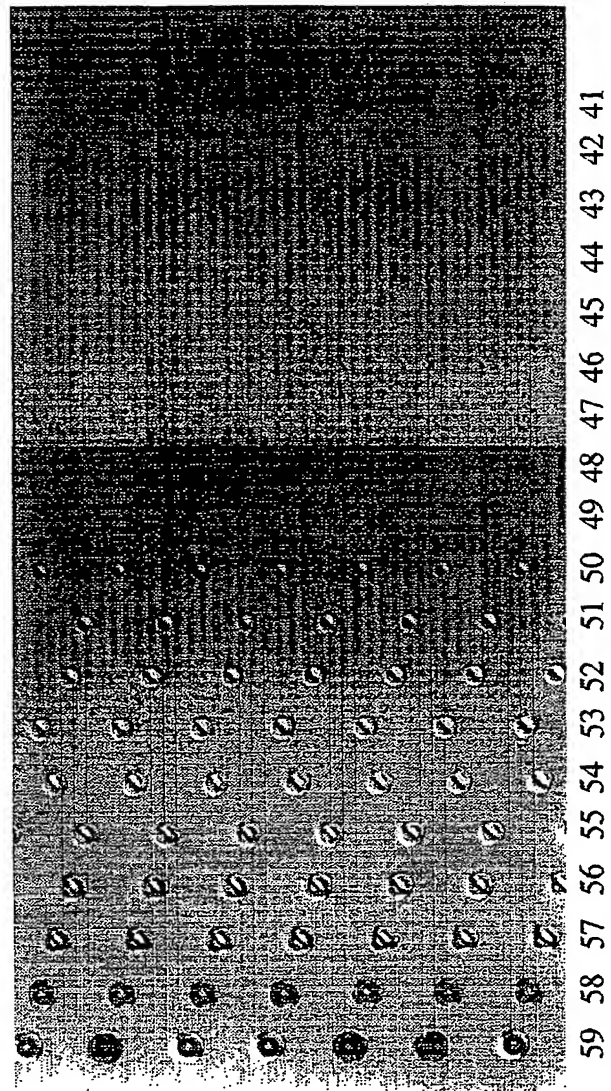


【図 5】

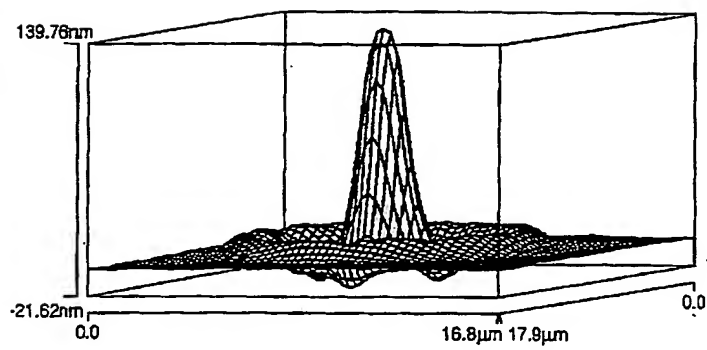


【図 6】

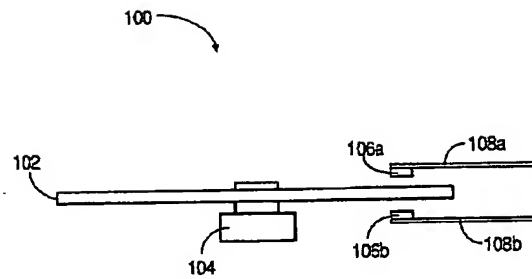
図面代用写真



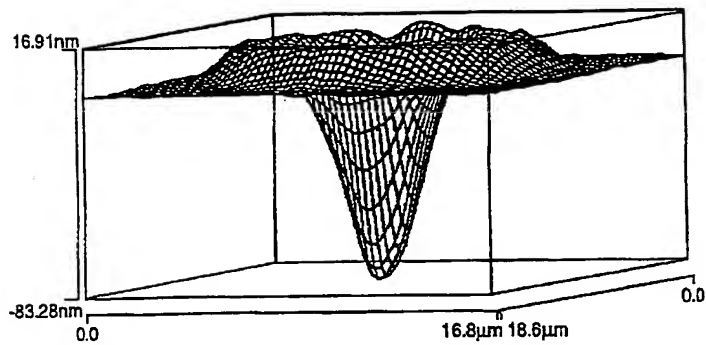
【図7】



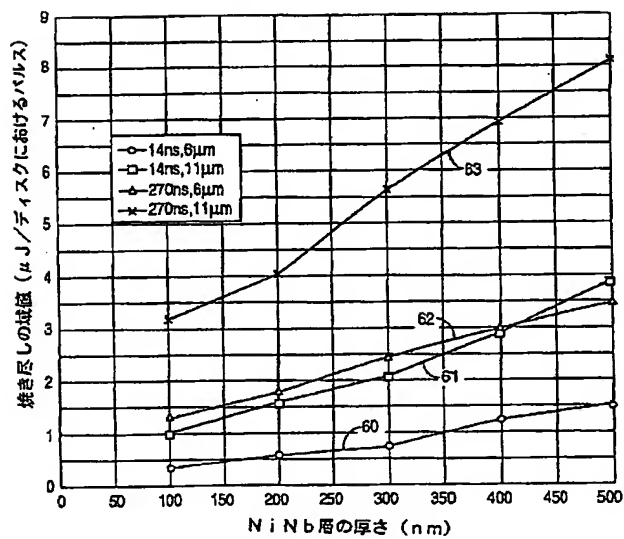
【図12】



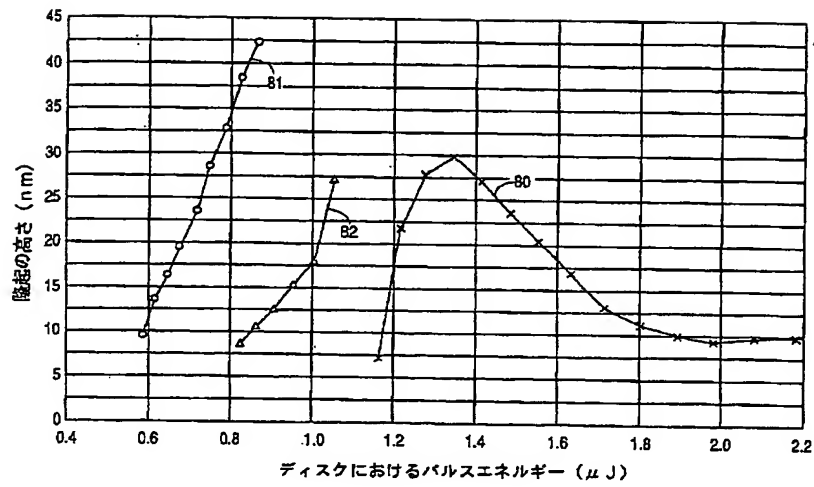
【図8】



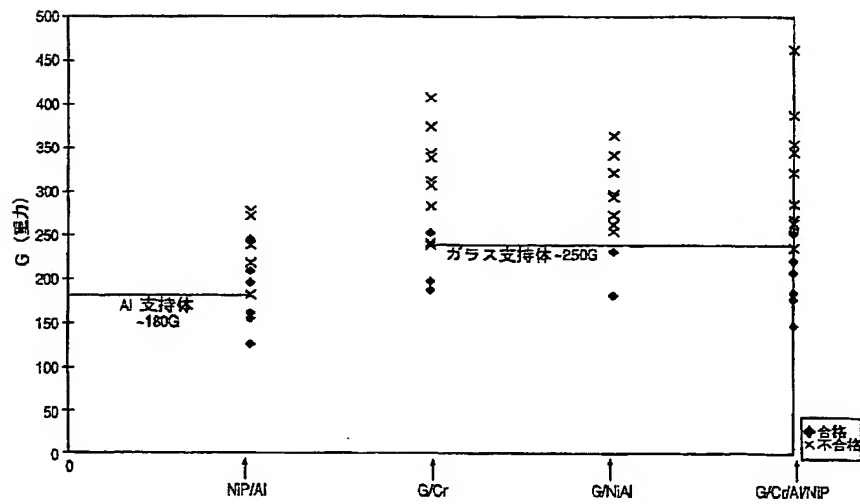
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 マーティン フィリップ ローゼンブルー
ム
アメリカ合衆国 カリフォルニア州
94025 メンロ パーク ナッシュ アベ
ニュー 755

【外国語明細書】

METHOD FOR PREPARING A SUBSTRATE FOR A MAGNETIC
DISKBackground of the Invention

This invention relates to substrates for magnetic disks, and methods for coating and texturing (i.e. roughening) such substrates.

It is known in the art to use glass substrates for magnetic disks because glass is suitably impact resistant. In other words, a glass substrate will not be deformed if a read-write head strikes the disk. However, because glass is hard and brittle, it is difficult to mechanically texture glass substrates, and instead, they are typically textured with an HF chemical etching process prior to being covered with an underlayer and a magnetic film. See, for example, U.S. Patent 5,087,481, issued to Chen, et al. and U.S. Patent 4,833,001, issued to Kijima, et al., each of which is incorporated herein by reference. (The reason that magnetic disk substrates are textured is to reduce stiction between the magnetic disk and a read-write head during use.) Unfortunately, even chemical texturing of glass substrates is difficult and

expensive, and it is particularly difficult to obtain consistent results with chemical texturing.

It is also known in the art to use aluminum substrates covered with plated NiP to manufacture magnetic disks. Of importance, aluminum is a light weight material and NiP can be polished and mechanically textured. Further, the NiP is hard and prevents the aluminum substrate from becoming dented if the read-write head strikes the disk. (In contrast, it is unnecessary to cover glass substrates with plated NiP because glass is more impact resistant than NiP, and to the best of the present inventor's knowledge, NiP is not plated onto glass substrates in the manufacture of magnetic disks.) Also of importance, NiP lends itself to being mechanically textured.

NiP-coated aluminum substrates are typically prepared by subjecting an aluminum substrate to a zincating process, during which it is immersed in an alkaline zinc immersion bath. Such a process is described at pages 593 to 595 of "Modern Electroplating", edited by Lowenheim, published by John Wiley & Sons, Inc. in 1974, incorporated herein by reference. The zincating process results in formation of a thin Zn layer on the aluminum substrate. The substrate is then plated with NiP by electroless plating. See, for

example, F. Pearlstein, "Electroless Plating", published at pages 710 to 725 of "Modern Electroplating", also incorporated herein by reference. During this process, the Zn layer is consumed and replaced by a NiP layer. The NiP layer is then polished and mechanically textured.

In recent years, industry has started experimenting with laser texturing. During laser texturing, a laser beam is used to form craters in the NiP layer. See, for example, U.S. Patent 5,062,021 and 5,108,781, each issued to Ranjan et al., incorporated herein by reference. Also see Baumgart, et al., "Safe Landings: Laser Texturing of High-Density Magnetic Disks", Data Storage, March 1996, also incorporated herein by reference. When using this process, the substrate must be smooth prior to laser texturing.

One advantage of laser texturing is that it can be used to texture a small portion of the disk surface to form a "take-off and landing zone" (also called a "contact-start-stop zone" or "CSS zone") where the read-write head takes off and lands when the disk drive is turned on and off. The remainder of the disk (the "data zone") is used to store data. In contrast, it is difficult to limit texturing to a take-off and landing zone

with the above-described HF chemical etching process.

It has previously been difficult to use a laser to texture a magnetic disk with a glass substrate because laser light having wavelengths normally used to texture disks is not readily absorbed by a glass substrate. One has to use a relatively powerful laser that produces a longer wavelength, e.g. a CO₂ laser, to texture glass. See, for example, Teng, et al., "Laser Zone Texture on Alternative Substrate Disks", published at the 1996 Intermag Conference, incorporated herein by reference. It would be desirable to be able to laser texture a glass substrate instead of the above-mentioned chemical etching techniques.

Summary

A method in accordance with our invention comprises the step of depositing a smooth metallic layer on a glass substrate and texturing the metallic layer with a laser beam. The metallic layer is preferably impact resistant, hard and has a high melting temperature, or for the case of an amorphous metallic layer, a high glass transition temperature (e.g., greater than 1000°C).

In a first embodiment, a metallic initiation layer is deposited on the glass substrate followed

by electroless plating of NiP onto the initiation layer. The initiation layer is a material which facilitates electroless plating of NiP, such as Zn, Pd, Co, Fe, Rh, Be, NiP, Ni or alloys thereof.

The initiation layer is formed because it is not possible to electroless plate NiP directly onto glass. After electroless plating, the NiP layer is then polished and laser textured.

During one process in accordance with the first embodiment, the initiation layer is a thin Zn layer, and is formed by a zincating process. During this process, Al is deposited on the glass substrate, e.g. by sputtering, evaporation or other method. Thereafter, the substrate is subjected to the zincating process to form the Zn layer on the Al layer (the Al layer is typically either partly or completely consumed during the zincating process). A NiP layer is then plated onto the thin Zn layer, e.g. by electroless plating. The NiP layer is then polished and laser textured. Of importance, the thin Zn layer facilitates electroless plating of NiP, and the Al layer facilitates the formation of the Zn layer by the zincating process. (The zincating process does not work on bare glass.) In lieu of Al, other materials which can be subjected to a zincating process, e.g. Mg, can be used.

In one variation of the first embodiment, an adhesion layer is deposited, e.g. by sputtering, on the glass substrate prior to depositing the Al layer. The adhesion layer causes the Al layer to strongly adhere to the substrate. The adhesion layer is typically Cr, Ta, Mo, W, V, Nb or alloys thereof.

In a second embodiment, instead of using a Zn layer formed by the zincating process as the initiation layer, the initiation layer is formed on the substrate (or adhesion layer) by another process, e.g. sputtering or evaporation. The NiP layer is then formed on the substrate by electroless plating. The NiP layer is then polished and laser textured. The advantage of forming the initiation layer in this manner is that it obviates the need for the zincating and other pretreatment steps. (In conventional production of NiP plated aluminum substrates, prior to NiP plating, the aluminum substrate is etched, subjected to a first zincating step to form a Zn layer, the Zn layer is stripped off, the substrate is subjected to a second zincating step, and the resulting Zn layer is stripped off. The substrate is then subjected to a third zincating step. The etching, first and second zincating

steps, and stripping steps are referred to herein as "pretreatment".)

Plating NiP onto a glass substrate and then laser texturing the NiP has numerous advantages. First, it is difficult to laser texture a glass substrate because glass is not very absorptive of laser light having wavelengths normally used to texture magnetic disks. One needs a powerful laser which produces light having longer wavelengths, e.g. a CO₂ laser, to texture uncoated glass. In contrast, it is relatively easy to texture a NiP layer because NiP readily absorbs laser light produced by common lasers such as YLF or vanadate lasers.

Second, when laser texturing a substrate, it is necessary that the substrate be smooth and polished. It is difficult and expensive to polish a glass substrate because glass is hard and brittle. We have discovered that the process of the first and second embodiments do not require that the glass substrate be polished. Rather, one can simply plate NiP onto a glass substrate and then polish the NiP layer, which is easier and less expensive than polishing the glass substrate.

Third, it is very easy to zone texture a substrate by laser texturing, whereas it is

difficult or impractical to zone texture a glass substrate by chemical etching.

Fourth, glass used to manufacture magnetic disks typically has corrosive constituents such as Na. The Na can diffuse out of the substrate and promote corrosion of the magnetic layer. During a process in accordance with our invention, the glass substrate is essentially encapsulated by NiP, and Na and other impurities cannot reach and corrode the magnetic layer.

Fifth, plated glass substrates have better impact resistance than commonly used plated aluminum substrates.

Of importance, most disks are manufactured using an aluminum substrate that is subjected to the zincating process and then plated with NiP. A glass substrate with a thin Zn layer can be processed into a completed magnetic disk without deviating from manufacturing processes already established for conventional aluminum substrate magnetic disks.

In accordance with a third embodiment of our invention, a layer of material is deposited on a glass substrate (e.g. by sputtering, evaporation or other technique) and then the layer of material is laser textured. The layer of material subjected to laser texturing is capable of

absorbing light having the wavelength of the laser used during laser texturing. In addition, the layer of material has good impact resistance and hardness. In one embodiment, the layer of material subjected to laser texturing is amorphous, e.g. an alloy comprising at least one of Ni, Pd, Pt, Re and Fe and at least one of Nb, Ta, Zr, Ti, W and V. The layer of material can also be an alloy comprising at least one of Ni, Co, Fe and Mo and at least one of P, B, Se and Sb.

In another embodiment, the layer of material is a crystalline material having a high melting point such as a Co or Ni based alloy, or a silicide of Ni, Nb and Pt.

In accordance with one variation of the third embodiment, an adhesion layer such as sputtered Cr is formed between the substrate and the laser textured material.

The third embodiment enjoys many of the same advantages of the first and second embodiments, except that it is preferable that the glass substrate be polished and initially smooth before depositing layers thereon.

The third embodiment has the advantage in that sputtering is a low cost, clean, fast process. In the third embodiment, plating is avoided.

The third embodiment also permits a wider range of laser bump shapes to be provided than can be provided in a layer of plated NiP. For example, one can make "sombbrero" bumps over a wider range of laser texturing conditions than the plated NiP, depending on the material used.

In another variation of the third embodiment, the layer of material subjected to laser texturing comprises sputtered NiNb. The NiNb can be 50% by mole Ni and 50% Nb, but other compositions, including compositions with additives, may also be used. Of importance, NiNb has the following advantages:

- a) It is hard; so it is unlikely to deform if the disk impacts a read-write head.
- b) NiNb resists corrosion.
- c) NiNb is amorphous, and forms laser bumps having regular shapes.
- d) NiNb does not "splatter" when textured with a laser pulse.
- e) NiNb does not easily crack or burn through when textured with a laser pulse;
- f) One can form laser texture features having good shapes even when the NiNb is relatively thin.

- g) The height of the NiNb texture feature does not change too much if the laser power varies. (This makes it easier to control the texture features during manufacturing.)
- h) NiNb strongly adheres to glass without the need for a separate adhesion layer.

It is desirable to deposit the layer of material to be laser textured such that it has a smooth surface. However, in one embodiment, this layer has a small amount of roughness to lower stiction and friction in case the read write head inadvertently touches down in the data zone.

A substrate used with a process in accordance with our invention is typically a chemically strengthened glass substrate, such as a borosilicate glass. The glass substrates discussed in the above-incorporated Kijima and Chen patents can be used. Alternatively, other substrate materials such as glass ceramic, SiC, sintered carbon or Si can be used.

Brief Description of the Drawings

Figs. 1a and 1b illustrate in cross section a magnetic disk having a glass substrate during a manufacturing process in accordance with a first embodiment of our invention.

Fig. 1c illustrates in cross section the magnetic disk of Figs. 1a and 1b at the conclusion of manufacturing.

Figs. 2a and 2b illustrate laser bumps formed in a plated NiP layer in accordance with our invention.

Fig. 3 illustrates in cross section a magnetic disk having a glass substrate during a manufacturing process in accordance with a second embodiment of our invention.

Fig. 4 illustrates in cross section a magnetic disk having a glass substrate constructed in accordance with a third embodiment of our invention.

Fig. 5 illustrates laser bumps formed in a NiNb layer formed on a glass substrate in accordance with our invention.

Fig. 6 illustrates a "sombbrero" shaped bump formed by a laser in a sputtered NiP layer (15.5 wt. % P).

Fig. 7 illustrates a "ridge" shaped bump formed by a laser in a sputtered NiP layer (15.5 wt. % P).

Fig. 8 illustrates the relationship between the thickness of a NiNb layer and the energy required to burn through the NiNb layer.

Fig. 9 illustrates the relationship between bump height and laser pulse energy for various texture layer materials.

Fig. 10 compares the impact resistance of disks comprising Al substrates covered with plated NiP and disks comprising glass substrates.

Fig. 11 schematically illustrates a magnetic disk drive incorporating a disk in accordance with our invention.

Detailed Description

First Embodiment Using a Plating Process

Referring to Fig. 1a, a disk 110 includes a glass substrate 112, a Cr adhesion layer 114 and an Al layer 116. Substrate 112 is typically chemically strengthened borosilicate or aluminosilicate glass. Cr adhesion layer 114 is typically 5 to 50 nm thick (in one embodiment it is 20 nm thick) and is formed by sputtering at a rate of 4 nm/second at a power of 1 kw and a pressure of 6.5 mtorr in argon. In one embodiment, an Intevac 250A sputtering system (manufactured by Intevac of Santa Clara, CA) is used to D.C. magnetron sputter layers 114 and 116.

Al layer 116 is typically 50 to 500 nm thick (in one embodiment 200 nm thick) and is also formed by

sputtering, at a rate of 5.3 nm/second at a power of 1 kw and a pressure of 10 mtorr in argon. Cr layer 114 is optional, and is provided to ensure that subsequently deposited layers strongly adhere to glass substrate 112. Al layer 116 facilitates a subsequent zincating process.

Referring to Fig. 1b, disk 110 is subjected to a zincating process, e.g. as described in the above-incorporated Lowenheim reference, to form a Zn initiation layer 117. Zn initiation layer 117 is typically about 5 to 10 nm thick. During this process, Al layer 116 is partially or completely consumed, depending on its thickness.

In one embodiment, the substrate is subjected to a first zincating process, the resulting Zn layer is stripped off by dilute nitric and sulfuric acids, the substrate is subjected to a second zincating process, the resulting Zn layer is stripped off, and then the substrate is subjected to a third zincating process. These process steps result in formation of an improved NiP film (formed in a subsequent plating process, described below) with a finer NiP nodule structure, and a smoother NiP surface, but it is not presently clear why this is. In other embodiments, the zincating process is only

performed twice. In yet other embodiments, the zincating process is only performed once.

Referring to Fig. 1c, NiP layer 118 is deposited to a thickness between 5 and 10 microns, and typically about 8 microns, by electroless plating. NiP plating is discussed by Pearlstein, "Electroless Plating", which is chapter 31 of the third edition of "Modern Electroplating", edited by Lowenheim, published by Wiley in 1974, incorporated herein by reference. During NiP plating, Zn layer 117 is consumed. (Of importance, electroless plating of NiP is an autocatalytic process. Zn layer 117 initiates that process.)

NiP layer 118 is then polished using conventional techniques and laser textured to form bumps B. Laser texturing can be accomplished using an yttrium vanadate laser, available from Spectra Physics Corporation. Such a laser typically produces pulses at a frequency of 5 KHz having a duration of about 10 to 70 nanoseconds ("ns"), a spot size of 6 to 11 microns, delivering 0.06 to 3 microjoules per pulse and a wavelength of 1.064 microns. Alternatively, an yttrium lutetium fluoride ("YLF") laser, manufactured by Schwartz Electro Optics Co., with a wave length of 1.047 microns, 0.3 to 15 microjoules per pulse, a

spot size of 6 to 11 microns, a pulse rate of 70 KHz, and a pulse duration of 200 to 300 ns can be used. However, other types of lasers can be used to texture a disk in accordance with our invention.

While the laser is pointed at the NiP film, the substrate is rotated, so that each pulse forms a bump at a different position on the disk. The amount of energy delivered during each pulse, the pulse duration and spot size are selected to provide bumps having a desired size and profile. Fig. 2a illustrates a series of laser bumps formed on a plated NiP layer on a glass substrate. The substrate included a 20 nm thick Cr layer and a 200 nm thick Al layer. A sacrificial Zn layer was formed by a zincating process, and the NiP was plated thereon. The laser bumps were formed in a series, each group of bumps in the series labeled from 1 to 19 in Fig. 2a. Laser pulses at 2.86 microjoules of energy were used to form group 1. The spot size was 11 microns, and the laser pulse duration was 25 ns.

The power used to form the bumps in group 2 was 5% greater than the power used to form the bumps in group 1, the power used to form the bumps in group 3 was 5% greater than the power used to form the bumps in group 2, and so forth. As can

be seen, one can alter the size and profile of the laser bumps by adjusting the power of the laser beam used to form the bumps. In one embodiment, the energy used to form laser bumps is between 2 and 6 microjoules, the pulse duration is between 14 and 40 ns, and the spot size is between 6 and 11 microns. However, our invention is not limited to the specific parameters used to form bumps, and those skilled in the art will be able to select laser parameters to tailor bump sizes and profiles to suit their requirements.

The bump shapes in Fig. 2a are generally "sombrero" shaped. Laser pulses typically form either a sombrero shape (e.g. as shown in Fig. 6) or a ridge shape (Fig. 7). In a plated NiP layer, one can form sombrero shaped bumps, as shown in Fig. 2a and 6, or ridge shaped bumps, as shown in Fig. 2b and 7. (The bumps of Figs. 6 and 7 were formed in layers of sputtered NiP. Laser texturing of sputtered NiP layers is discussed below.) Sombreros can be formed in plated NiP using short pulses (e.g. less than about 30 ns) combined with wide spot sizes (e.g. greater than about 10 microns). Ridge shapes predominate under other conditions. Fig. 2b shows a set of ridge shaped bumps formed in plated NiP. The NiP was formed on a glass substrate covered with 20 nm

thick Cr and 200 nm thick Al. The Al was subjected to a zincating step and electroless plating of NiP. The bumps in Fig. 2b are arranged in rows labeled 21 to 39. The bumps were formed using 40 ns laser pulses and a spot size of 8 microns. The spots in row 21 were formed with pulses of 0.77 microjoules. The pulses in row 22 had 10% more energy than those of row 21, the pulses of row 23 had 10% more energy than those of row 22, and so forth. As can be seen, the Fig. 2b bumps are ridge shaped.

Our invention encompasses both ridge and sombrero bumps. In the case of either type of bump, the bump height increases with increased laser power. For either type of bump, the laser power must be sufficient to melt the NiP. The laser power should not be so great as to burn through the NiP.

After texturing, disk 110 is then completed by a conventional process, e.g. sputtering a non-ferromagnetic underlayer such as a NiP or Cr underlayer 120, a magnetic layer 122 and a protective overcoat 124. See, for example, U.S. Patent 5,180,640, issued to Yamashita, incorporated herein by reference.

In one embodiment, underlayer 120 is Cr and magnetic layer 122 is an alloy such as CoCrTa

deposited at a relatively high sputtering rate (e.g. about 10 nm/second). The substrate is heated to about 200°C during sputtering. Cr underlayer 120 is used to control the magnetization direction of magnetic layer 122.

The present invention can also be used in a sputtering process in which the substrate is not heated. In one example of such a process, underlayer 120 includes a mixture of NiP and about 2% Al₂O₃, and magnetic layer 122 comprises CoNiPtTiTa and a small amount of SiO₂, sputtered at a relatively slow rate (e.g. less than 0.5 nm/second). (See, for example, U.S. Patent Application Serial No. 08/286,653, filed by Chen, et al., assigned to Komag, Inc., incorporated herein by reference.) However, our invention is not limited to the specific materials used in the underlayer or magnetic layer, nor is our invention limited to the specific deposition methods or conditions.

For example, in lieu of sputtered NiP, other sputtered underlayer materials can be used, e.g. as described in U.S. Patent 4,786,564, incorporated herein by reference.

In lieu of Cr as adhesion layer 114, other materials can be used, e.g. Ta, Mo, W, V or Nb, or

alloys thereof. Alternatively, adhesion layer 114 can be omitted.

In lieu of Al layer 116, other materials that can be subjected to a zincating process can be used, e.g. Mg or alloys of Al or Mg.

In lieu of plated NiP, other materials can be plated onto the substrate for laser texturing, e.g. CoP or FeP.

In lieu of borosilicate or aluminosilicate glass, other glass compositions or materials such as silicon, SiC, ceramic, glass ceramic, or sintered carbon can be used as substrate 112.

As mentioned above, a substrate in accordance with this embodiment need not be extremely smooth. Instead, one can use an unpolished glass substrate, plate NiP thereon, and polish the NiP. In one embodiment, the glass substrate has a roughness Ra greater than 50Å as measured by an atomic force microscope. In another embodiment, the glass substrate has a roughness Ra greater than 100Å, and in one embodiment, greater than 200Å. The glass substrate Ra is typically less than about 10% of the thickness of the NiP formed on the disk.

Second Embodiment Using a Plating Process

Fig. 3 illustrates a magnetic disk 150 during a manufacturing process in accordance with a second embodiment of our invention, including glass substrate 112 and optional Cr adhesion layer 114 as discussed above. However, in the embodiment of Fig. 3, a Zn initiation layer 115 is formed by a vacuum deposition process such as sputtering. When formed by sputtering, Zn layer 115 can be sputtered at a rate of 24 nm/second at a power of 1 kw and a pressure of 10 mtorr in argon. Zn layer 115 is typically 60 nm thick.

Thereafter, NiP layer 118 is electroless plated onto Zn initiation layer 115, and is then polished and laser textured. (Zn layer 115 is either partially or completely consumed during NiP plating.) Manufacture of the disk is then completed by deposition of underlayer 120, magnetic layer 122 and protective overcoat 124 as discussed above in relation to Fig 1c.

In lieu of Zn, other materials capable of initiating electroless plating can be used, e.g. Pd, Co, Fe, Rh, Be, NiP, Ni and alloys thereof. Such materials can be vacuum-deposited (e.g., by sputtering) either onto adhesion layer 114, or directly onto substrate 112:

Third Embodiment Using a Vacuum Deposited Texture Layer

Referring to Fig. 4, in another embodiment of our invention, instead of using electroless plated NiP, a NiNb layer 119 (e.g. 50% Ni, 50% Nb by mole) is vacuum-deposited onto adhesion layer 114, e.g. to a thickness of 50 to 500 nm. In one embodiment, NiNb is deposited by sputtering. NiNb is amorphous and does not tend to crystallize. We have discovered that texture bumps can be formed in NiNb having a height of 20 to 30 nm. Even for NiNb films 100 nm thick, We have found that texture bumps of 20 to 25 nm can be formed.

In one embodiment, laser texturing is accomplished using a vanadate laser, a laser pulse duration of 14 to 260 ns, an energy per pulse of 0.1 to 10 microjoules, and a spot size of 6 to 11 microns.

Fig. 5 illustrates a series of laser bumps labeled 41 to 59 formed in a 500 nm thick sputtered NiNb film in accordance with our invention. The laser was the same as that used to form the bumps in Figs. 2a and 2b. The substrate included a 25 nm thick Cr layer. The energy used to form the bumps in group 41 was 1.44 microjoules, with each succeeding group of bumps formed with 10% more energy.

We have found that NiNb forms sombrero bumps for pulse durations of 14 to 270 ns and spot sizes of 6 to 11 microns. The height of the sombrero bumps increases with laser power. (The sombrero bumps formed in NiNb differ from sombrero bumps formed in other materials in the following respects. First, sombrero bumps generally have a depression surrounding a hill. The sombrero bumps in NiNb have a much less-pronounced depression than other sombrero bumps. Second, sombrero texture features are generally "volume-conserving," i.e., the amount of material that forms the hill in a sombrero usually substantially equals the amount of material taken out of the depression. The sombrero bumps formed in NiNb are typically not "volume-conserving.")

Once again, it is seen that the size and profile of the laser bumps can be selected by adjusting the laser pulse parameters such as power. One skilled in the art, in light of this specification, can select those parameters which will produce texture bumps as required. However, laser power should not be so great as to burn through the NiNb layer. Fig. 8 shows the relationship between NiNb layer thickness (the x axis of Fig. 10) and the amount of energy per

)

pulse required to burn through a NiNb layer (the y axis of Fig. 10).

In Fig. 8, the NiNb layer was sputtered onto a 25 nm Cr layer formed on a glass substrate. The spot size and pulse duration of the laser pulse used to collect the data of Fig. 8 were as follows:

<u>Curve in Fig. 8</u>	<u>Pulse Duration</u>	<u>Spot Size</u>
60	14 ns	6 microns
61	14 ns	11 microns
62	270 ns	6 microns
63	270 ns	11 microns

As can be seen, the thicker the layer being textured, the greater the energy needed to burn therethrough.

After texturing, the disk is completed by forming underlayer 120, magnetic layer 122 and protective overcoat 124 as discussed above.

In another embodiment, NiNb is sputtered directly onto substrate 112.

As stated above, we have discovered that NiNb has a unique combination of characteristics that make it superior to other materials. It is hard, it resists cracking and burn-through during laser texturing, it resists corrosion and adheres strongly to glass. One can form excellent texture features with NiNb even when the NiNb is thin (e.g. 100 to 150 nm thick). The laser

bump height does not change too much if laser power varies, so it is easy to control disk manufacturing processes if NiNb is used. Also, NiNb produces excellent, reproducible texture features without "splats".

In one embodiment, the Nb content of the NiNb film is between 16 and 60 at. %. The Ni content is between 84 and 40%. In another embodiment, the Nb content is between 45 and 55 at. %, and the Ni content is between 55 and 45 at. %. (If the Nb content is too high, the bumps will be too low. If the Nb content is too low, the bump heights in the NiNb film will be too sensitive to variations in laser power.)

In lieu of NiNb, other materials can also be used, e.g. alloys having a first constituent comprising one of Ni, Pd, Pt, Re and Fe and a second constituent comprising one of Nb, Ta, Zr, Ti, W and V. Such a material should be hard and have good impact resistance. When sputtered, these materials tend to deposit in amorphous form.

In another embodiment, an alloy having a first constituent comprising one of Ni, Co, Fe and Mo and a second constituent comprising one of P, B, Se and Sb can be used. Such alloys are also sputter deposited in amorphous form.

In another embodiment, a crystalline film having a high melting point can be used, e.g. Co and Ni based

alloys. Silicides such as silicides of Ni, Nb and Pt can be used.

Preferably, a texture layer (such as NiNb or the materials listed above) in accordance with this embodiment has a thickness between 10 and 1000 nm. Thinner layers are preferable for economic reasons. Sputtering can be by DC magnetron, RF or RF magnetron sputtering at high rates (e.g. 2 to 20 nm/seconds) and low pressures (1 to 20 mtorr). The texture layer should be smooth prior to laser texturing. This is important because texturing is typically only performed in the CSS zone, and the data zone of the disk should remain smooth.

Other Examples

Example 1

Substrates were prepared by depositing 20 nm thick Cr on a borosilicate glass substrate. An amorphous NiP layer having a thicknesses of 1 micron was sputtered onto the Cr layer, and laser textured. The laser energy was between 0.1 and 2.63 microjoules per pulse, each pulse lasting 14 ns. The spot size was 11 microns.

Fig. 6 shows a sombrero bump formed in a 1 micron thick layer of NiP (15.5 wt. % P) sputtered onto a 80 nm Cr layer, which was sputtered onto a glass substrate. The pulse duration was 14 ns,

and the spot size was 11 microns. The pulse energy was 0.59 microjoules.

Fig. 7 shows a ridge bump, also formed in a layer of 1 micron thick NiP (15.5 wt. % P) sputtered onto 80 nm Cr, which was sputtered onto a glass substrate. The pulse duration was 14 ns and the spot size was 11 microns. The pulse energy was 0.94 microjoules. It is thus seen that for the case of a 14 ns pulse duration and an 11 micron spot size, one can form either ridge or sombrero bumps in sputtered NiP, depending on the laser pulse energy.

Example 2

A substrate was prepared by depositing 20 nm thick Cr as a borosilicate glass substrate. Amorphous NiNb layers having thicknesses of 100 nm, 500 nm and 1 micron were sputtered on the Cr layer and laser textured. The NiNb was 50% Ni by mole. Laser pulses of 0.5 to 13 microjoules, 25 to 264 ns in duration, and spot sizes of 6 to 11 microns were used. Sombrero shaped bumps were formed under all conditions, but size and height increased with power. By reducing film thickness, one could use less power to make bumps of a given size. If laser power was too great, the laser would burn through the NiNb film. The thinner the

film, the less energy was needed to burn through the NiNb. Also, the smaller the spot size, the less energy was needed to burn through the NiNb. However, this is not a problem, because texture bumps having heights between 0 and 100 nm can be formed using laser power that was not so great as to burn through the NiNb.

Example 3

A substrate was prepared by depositing 20 nm thick Cr on a borosilicate substrate. Crystalline NiAl layers having thicknesses of 100 nm, 500 nm and 1 micron were sputtered on the Cr layer and laser textured. The NiAl was a 50% Ni by mole. Laser pulse energy of 0.93 to 6.3 microjoules, a pulse duration of 25 ns and a 10 micron spot size were used. Sombrero bumps tended to form in NiAl films having thicknesses of 100 nm and 500 nm. Ridge bumps tended to form in the 1 micron thick NiAl film.

NiAl films cracked for laser powers above 1.0, 3.6 and 4.0 microjoules for NiAl thicknesses of 100, 500 and 1000 nm, respectively (for pulses of 25 ns duration and a 10 micron spot size). Cracking is undesirable, and is believed to be due to film stress. It is further believed that film

stress (and therefore cracking) can be avoided by adjusting sputter conditions of the NiAl.

Other Examples

In one embodiment, a 100 to 500 nm thick magnetic (CoNiPtTaTiSiO₂) is sputtered onto a 25 nm thick Cr adhesion layer which in turn sputtered onto a glass substrate. The CoNiPtTaTiSiO₂ layer is then laser textured.

In another embodiment, a 100 to 500 nm thick Cu layer was deposited on a Ta adhesion layer which in turn was sputtered on a glass substrate. The Cu was then laser textured.

In another embodiment, a 130 nm thick NiSi (81 at. % Ni, 19 at. % Si) layer was sputtered onto a glass substrate and then laser textured.

In another embodiment, 100 to 500 nm thick Cr is sputtered onto a glass substrate and laser textured. (Although one can form bumps on Cr, the bumps tend to be small. At higher laser power, the Cr tends to crack or burn through.)

In another embodiment, 125 to 600 nm thick Ta is sputtered onto a glass substrate and then laser textured.

In another embodiment, 100 to 500 nm thick Al is sputtered onto a Ta adhesion layer. The Al is then laser textured. (Although one can form texture features in Al, Al is relatively soft, and

therefore other harder materials may be more desirable.)

Although different metallic materials can be used in our invention, we have found that the combination of qualities found in NiNb is superior. For example, NiNb is harder than Al, more corrosion-resistant than Cu, does not burn through as readily as Cr, and forms better texture feature shapes than Ta.

Bump Height Variation as a Function of Laser Energy

As mentioned above, bump heights increase with increases in laser energy. It is generally desirable that for the material and laser parameters being used, the bump height not vary by more than 1 nm per 1% fluctuation in laser power.

This is because laser power for typical lasers fluctuates during use, and it is desirable to minimize the resulting bump height variation. Fig. 9 illustrates the relationship between bump height and laser pulse energy for NiP-plated Al (curve 80), 100 nm thick NiNb sputtered onto 25 nm thick Cr sputtered onto glass (curve 81), and 100 nm thick CoNiPtTaTiSiO₂ sputtered onto 25 nm thick Cr sputtered onto glass (curve 82). (CoNiPtTaTiSiO₂ is a magnetic alloy, and would

generally be undesirable as a texture layer for that reason.) The Y axis of Fig. 9 is in nanometers, while the X axis represents laser pulse energy in microjoules. In curve 81, the slope is generally less than 1 nm per 1% change in pulse energy. In curve 82, for pulses less than 1 microjoule, the slope is also less than 1 nm per 1% change in pulse energy for curve 80, operating near the top of curve 80 provides the benefit of near insensitivity to laser pulse energy fluctuations. (Operating near the top of curve 80 also prevents the bump heights from being chosen arbitrarily as it can be in curves 81 and 82). The bumps in Fig. 9 had the following shapes:

80 sombreros

81 ridges

82 sombreros

Impact Resistance

As demonstrated above, a laser can be used to texture a metallic film on a glass substrate. One advantage of this method is that glass substrates exhibit greater impact resistance than NiP-plated aluminum. Fig. 10 shows the force needed to dent substrates having the following structures:

1. An aluminum substrate plated with 8 micron thick NiP (labeled "NiP/Al" in Fig. 10);

2. Glass covered with 20 nm thick Cr (labeled "G/Cr" in Fig. 10);
3. Glass covered with 1 micron thick NiAl (labeled "G/NiAl" in Fig. 10); and
4. Glass covered with 20 nm thick Cr, 200 nm thick Al (subjected to a zincating process), and 8 nm thick NiP (labeled "G/Cr/Al/NiP" in Fig. 10).

During the test corresponding to Fig. 10, a disk with a 50% slider resting thereon was accelerated and then suddenly stopped. (The term "50% slider" is well known in the art, and refers to the size of the slider.) Since the disk rapidly decelerated, the slider resting on the disk was rapidly decelerated by the force exerted by the disk surface against the slider. This force was measured in "G's", and is set forth on the Y axis of Fig. 10. (1 G is the force that decelerates an object 9.8 meters per second squared, i.e. the force of gravity.) This test can be used to simulate the force exerted on a disk and slider if one inadvertently drops a disk drive on the floor. The X's in Fig. 10 indicate those test trials which resulted in unacceptable dents in the disk surface. The diamond marks indicate those test trials which did not result in unacceptable dents in the disk surface.

As can be seen, it took 180 G's to dent the NiP-plated aluminum substrate, and about 250 G's to dent the glass substrates. Thus, glass substrates are more impact resistant than NiP-plated Al.

Industrial Application

Fig. 11 illustrates a magnetic disk drive 100 including a magnetic disk 102 constructed in accordance with our invention. Disk 102 is coupled to a motor 104 for rotating disk 102. In one embodiment, disk 102 rotates at a speed between 5000 and 10,000 rpm. A pair of read-write heads 106a, 106b are mounted on arms 108a, 108b, which in turn are moved by actuators (not shown) for positioning heads 106a, 106b over selected data tracks on disk 102.

Heads 106a, 106b "fly" over disk 102 during use. Heads 106a, 106b may be inductive read-write heads or magneto-resistive read-write heads.

In alternative embodiments disk drive 100 may contain several magnetic disks. The components of disk drive 100 are all conventional except for disk 102. Details concerning disk drives are discussed in U.S. Patents 4,949,202 (Kim); 5,025,335 (Stefansky); and 5,027,241 (Hitachi), each of which is incorporated herein by reference.

While the invention has been described with respect to specific embodiments, those skilled in the art will recognize that changes can be made in form and detail without departing from the spirit and scope of the invention. For example, the present invention can be used in accordance with non-metallic substrates or non-conductive substrates other than glass. See, for example, Perettie, "Alternative Substrates: The Critical Issues", IDEMA Insight, November/December 1995, incorporated herein by reference. In addition, the various layers on the disk can be formed by any of several methods, e.g. sputtering, evaporation, etc. The invention is not limited by deposition parameters, such as pressures and deposition rates. The invention can be used to zone texture a magnetic disk, or to texture the entire surface of a magnetic disk. In the alternative, the invention can be used to form a rough texture having large bumps in CSS zone and a smoother texture having small bumps in a data zone. Although the invention can be practiced with metallic texture layers having a high melting point, the present invention can be practiced with other laser texture layer materials such as Al or

Cu. Accordingly, all such changes come within the present invention.

We claim:

1. A method for making a magnetic disk comprising the steps of:
depositing a texture layer on a glass or glass ceramic substrate;
laser texturing said texture layer; and
depositing an underlayer, magnetic layer and protective overcoat on said texture layer.
2. Method of claim 1 wherein said texture layer is metallic.
3. Method of claim 2 wherein said texture layer is formed by electroless plating.
4. Method of claim 3 further comprising the step of depositing an initiation layer on said substrate, said initiation layer initiating electroless plating of said texture layer onto said substrate.
5. Method of claim 4 wherein said initiation layer comprises a material selected from the group consisting of Zn, Pd, Co, Fe, Rh, Be, NiP and Ni.

6. Method of claim 5 wherein said initiation layer is an alloy of at least one material selected from the group consisting of Zn, Pd, Co, Fe, Rh, Be, NiP and Ni.

7. Method of claim 4 wherein said initiation layer is formed by vacuum deposition.

8. Method of claim 7 wherein said initiation layer is formed by sputtering.

9. Method of claim 4 wherein said initiation layer comprises Zn, and said step of depositing said initiation layer comprises the steps of:

depositing a metallic layer on said substrate; and

subjecting said substrate to a zincating process, whereby said metallic layer is at least partially consumed.

10. Method of claim 9 wherein said metallic layer comprises a material selected from the group consisting of Al, Mg, Al alloys and Mg alloys.

11. Method of claim 1 further comprising the step of forming an adhesion layer between said substrate and said texture layer.

12. Method of claim 1 wherein said texture layer is formed by vacuum deposition.

13. Method of claim 12 wherein said texture layer is an alloy comprising a first material selected from the group consisting of Ni, Pd, Pt, Re and Fe and a second material selected from the group consisting of Nb, Ta, Zr, Ti, W and V.

14. Method of claim 12 wherein said texture layer is an alloy comprising a first material selected from the group consisting of Ni, Co, Fe and Mo and a second material selected from the group consisting of P, B, Se and Sb.

15. Method of claim 12 wherein said texture layer is a Co or Ni based alloy.

16. Method of claim 12 wherein said texture layer is a silicide of a material selected from the group consisting of Ni, Nb and Pt.

17. The magnetic disk manufactured by the method of claim 1.

18. A method for manufacturing a magnetic disk comprising the steps of:

depositing a metallic initiation layer onto a glass or glass ceramic substrate;

electroless plating a NiP layer onto said substrate after said step of depositing said metallic initiation layer, said initiation layer initiating said electroless plating of NiP;

laser texturing said NiP layer; and

depositing an underlayer, magnetic layer and protective overcoat onto said NiP layer after said step of laser texturing.

19. Method of claim 18 further comprising the step of forming an adhesion layer between said substrate and initiation layer, said adhesion layer comprising a material selected from the group of materials consisting of Cr, Ta, Mo, W, V and Nb, said underlayer comprising a sputtered material selected from the group consisting of NiP and Cr.

20. A method for manufacturing a magnetic disk comprising:

depositing an initiation layer on a glass or glass ceramic substrate;

electroless plating a layer on said initiation layer; and

depositing an underlayer, magnetic layer and protective overcoat on said electroless plated layer.

21. Method of Claim 20 wherein said electroless plated layer comprises NiP, said method further comprising the step of laser texturing said NiP layer, depositing said underlayer on said NiP layer, and depositing said magnetic layer on said underlayer.

22. Method for manufacturing a magnetic disk comprising the steps of providing a substrate;

providing a layer comprising Ni and Nb on the substrate; and

laser texturing the layer comprising Ni and Nb.

23. Method of Claim 22 wherein said substrate comprises a material selected from the set of materials comprising glass, glass ceramic, SiC, Si or sputtered carbon.

24. Method of Claim 22 wherein said layer comprising Ni and Nb is a NiNb alloy between 50 to 500 nm thick.

25. Method of Claim 22 wherein said layer comprising Ni and Nb is between 16 and 60 at.% Nb and between 84 and 40 at. % Ni.

26. A disk manufactured by the method of Claim 22.

27. A disk drive comprising:

a disk as manufactured by the method of Claims 1, 20 or 22;

a motor coupled to the disk for rotating the disk;

a read-write head held in proximity to said disk for reading data from and writing data to the disk.

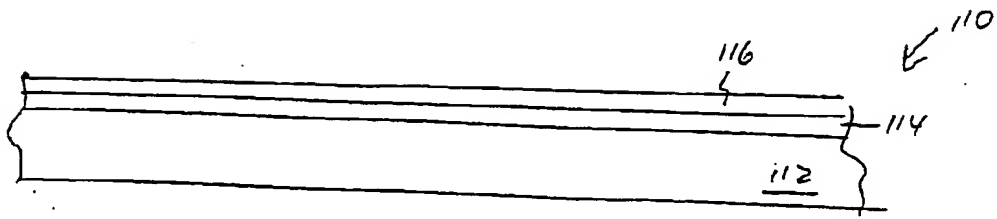


Fig 1a

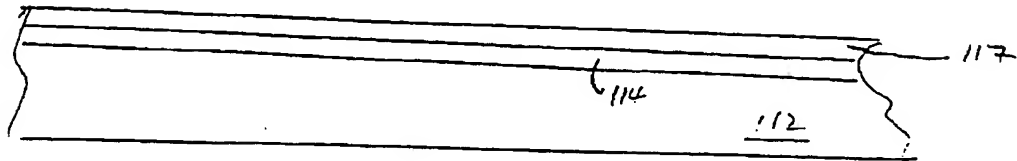


Fig 1b

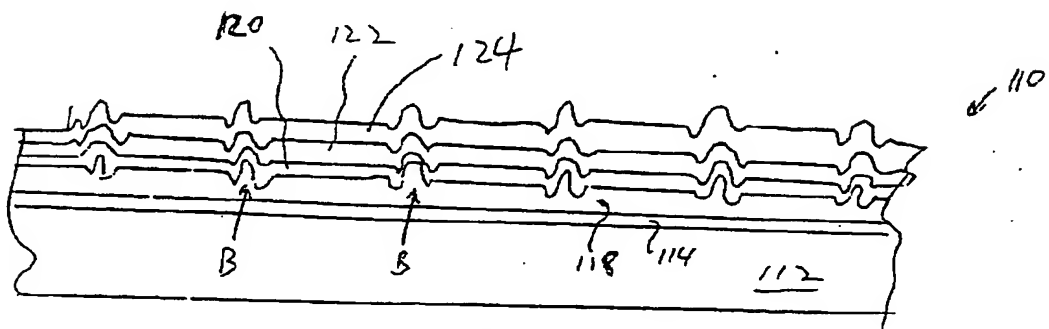
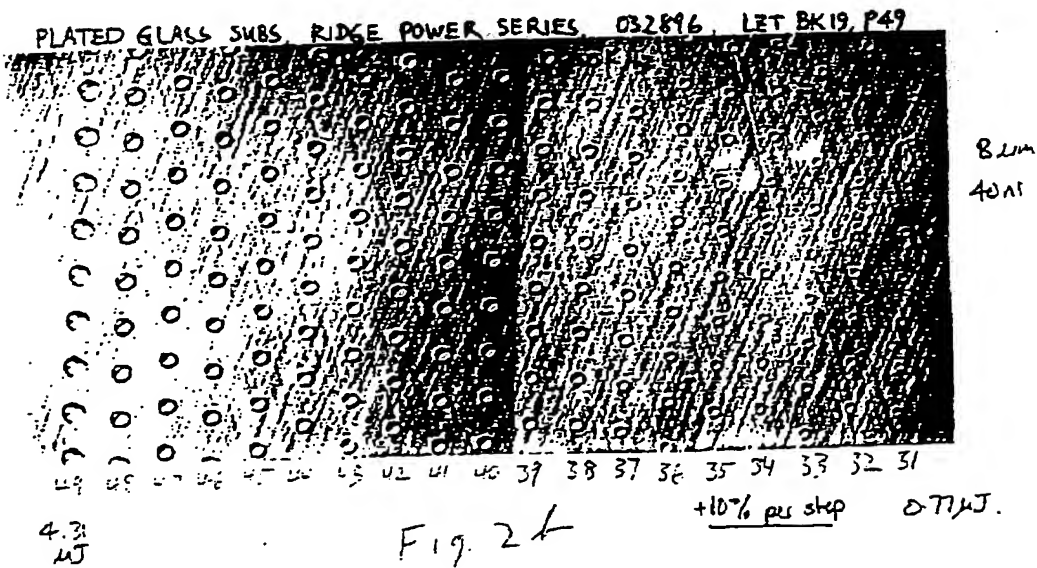
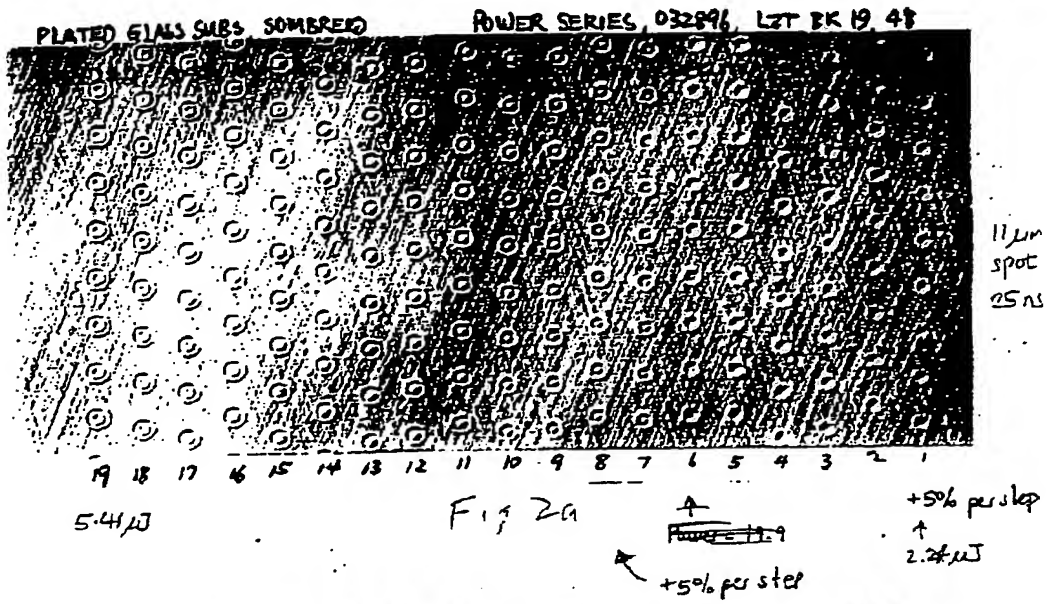


Fig 1c

Laser texture on plated glass
Glass/ 200ÅCr/ 2000Å Al/ zincate/electroless NiP/polish



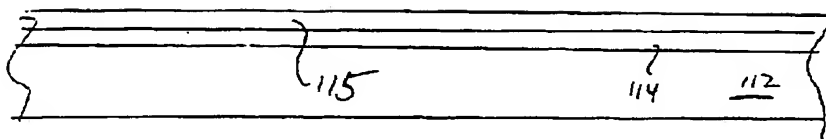


Fig 3

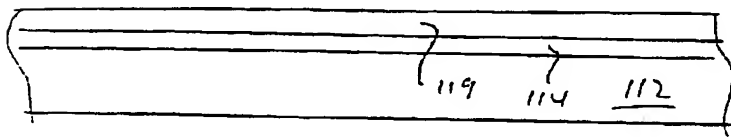


Fig 4

NiNb 5000Å / Cr 250Å

Laser pulse 263 ns
spot size 11μm.

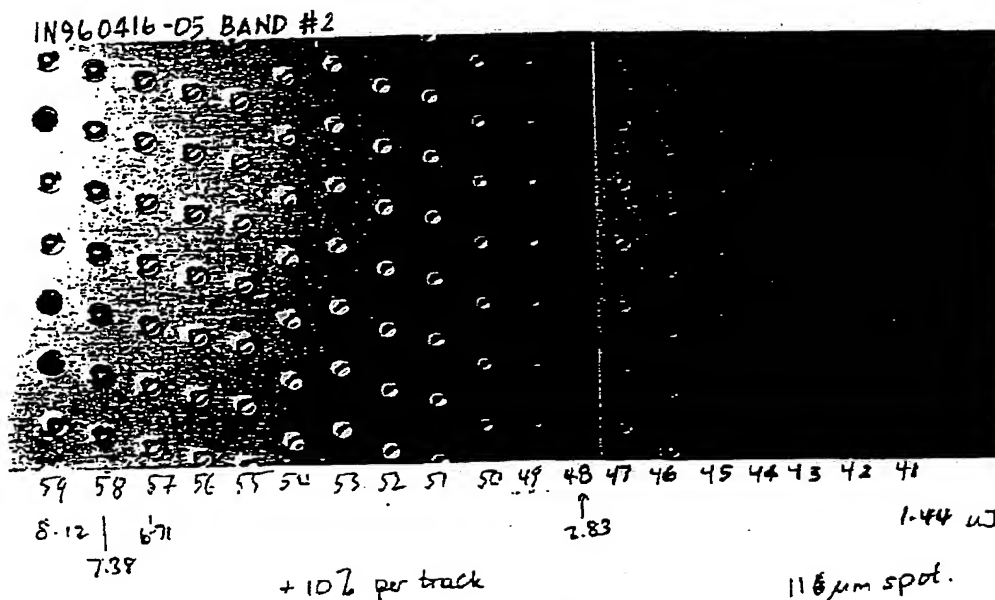


Fig 5

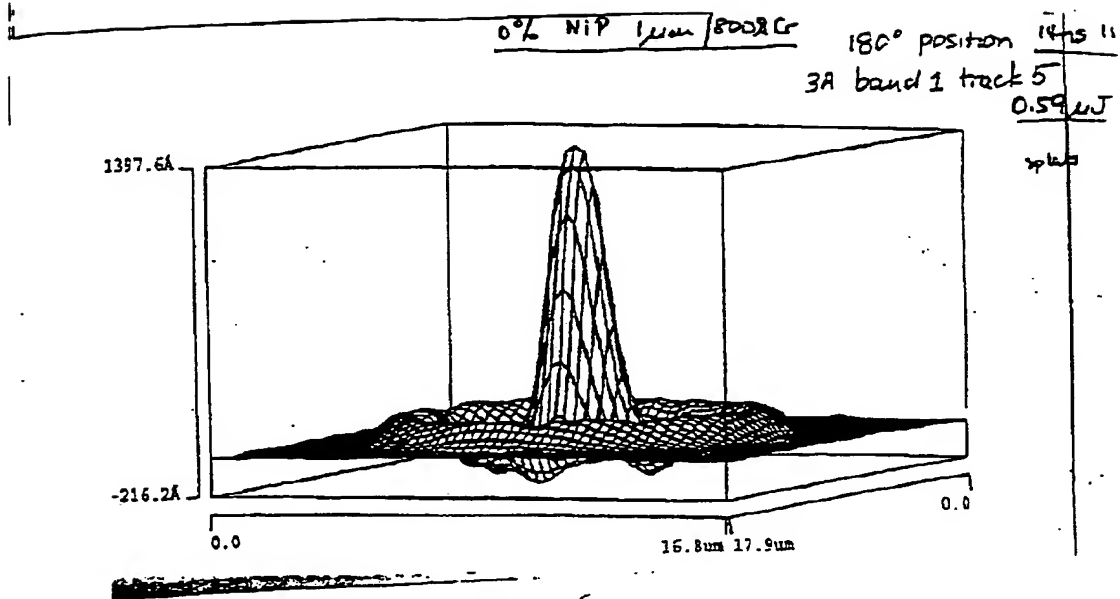


Fig. 6

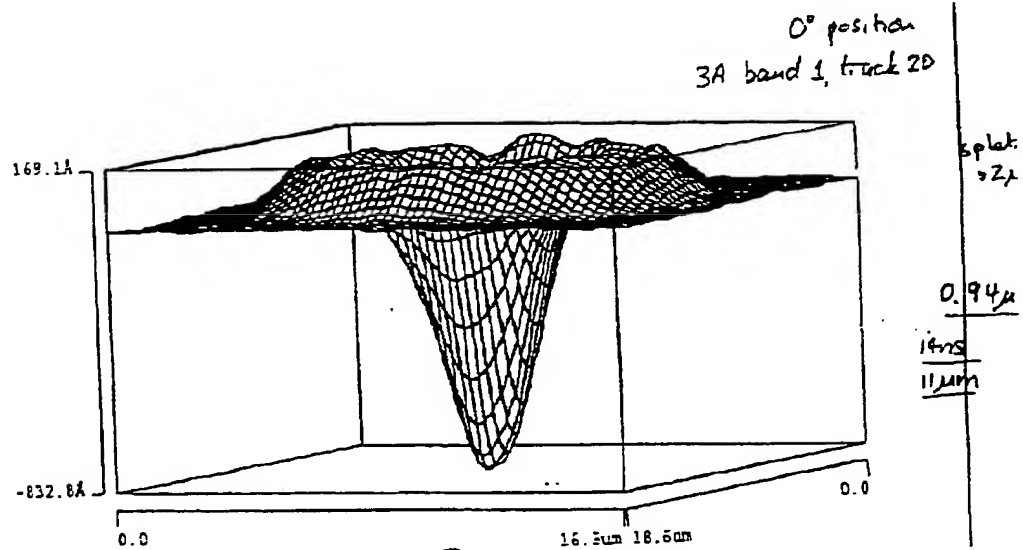


Fig. 7

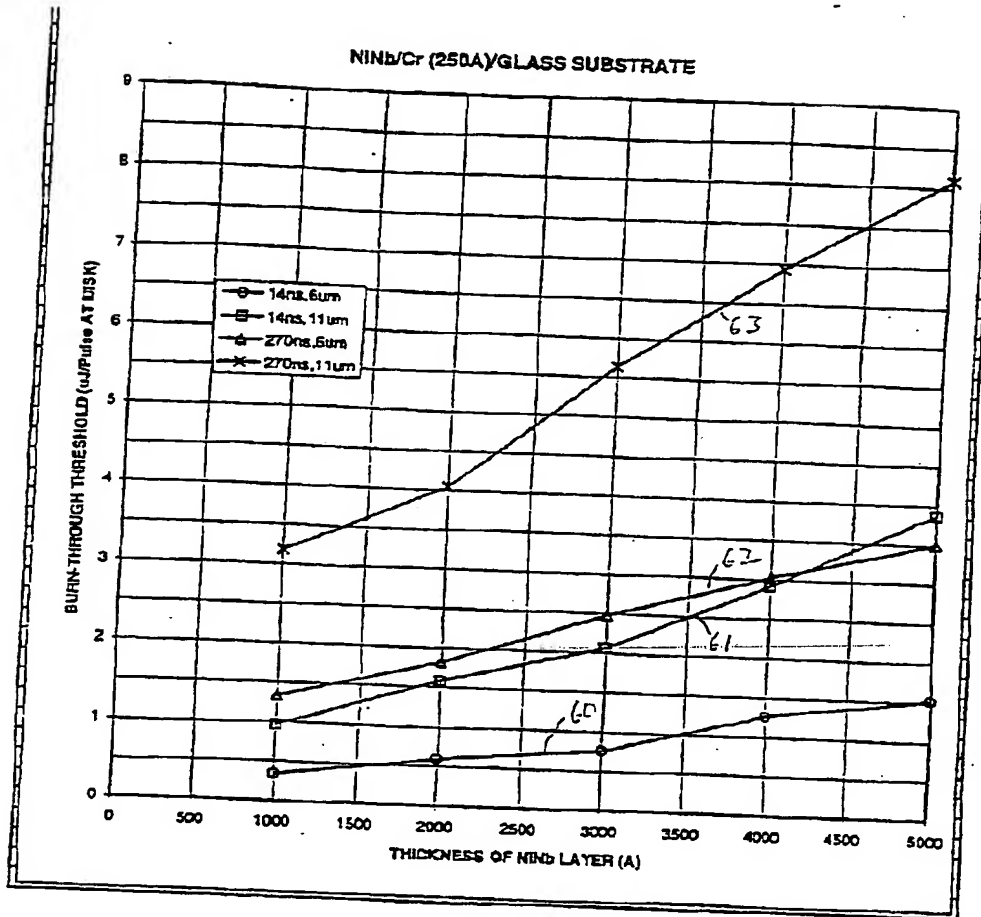


Fig. 8

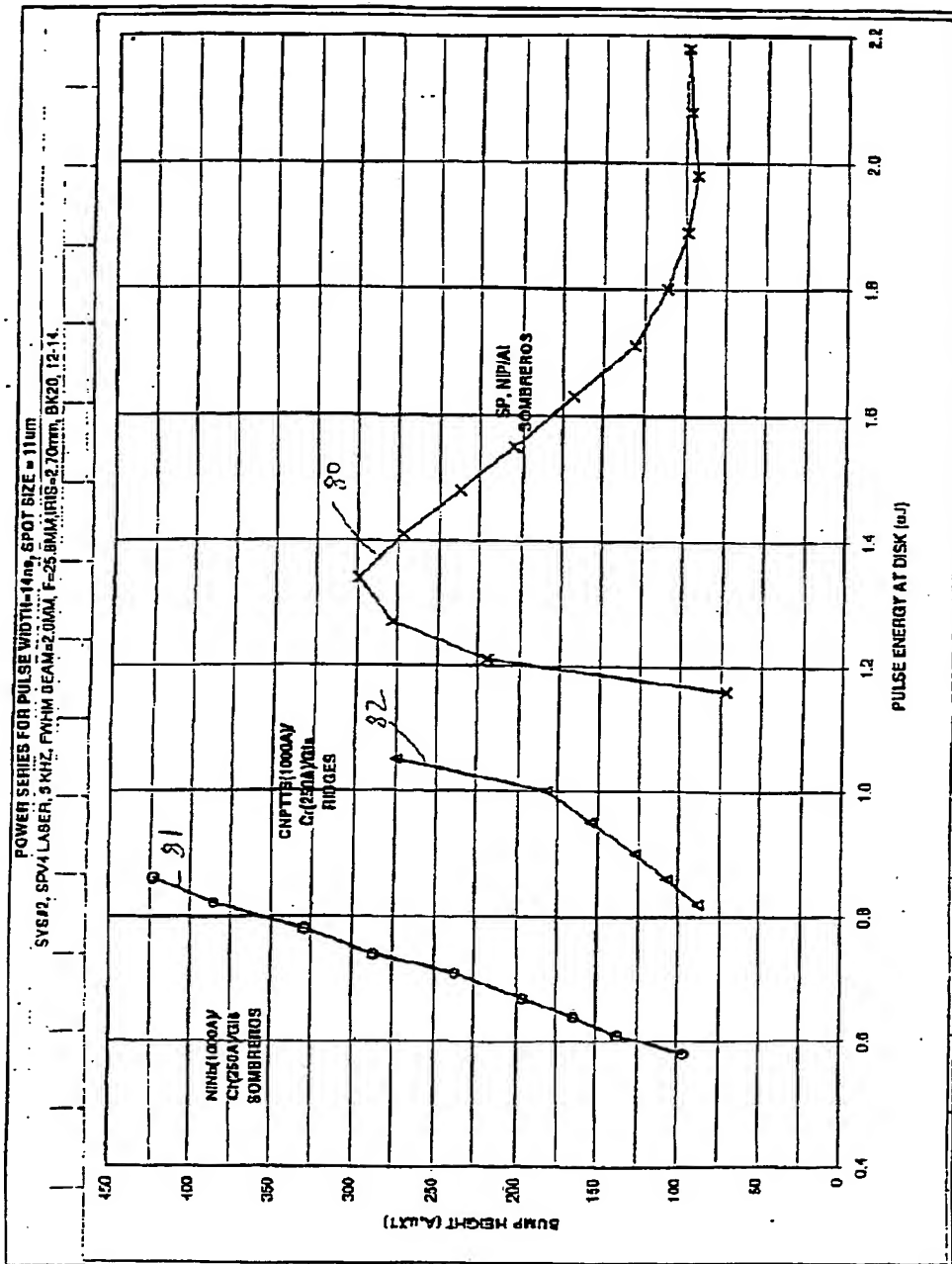


Fig. 9

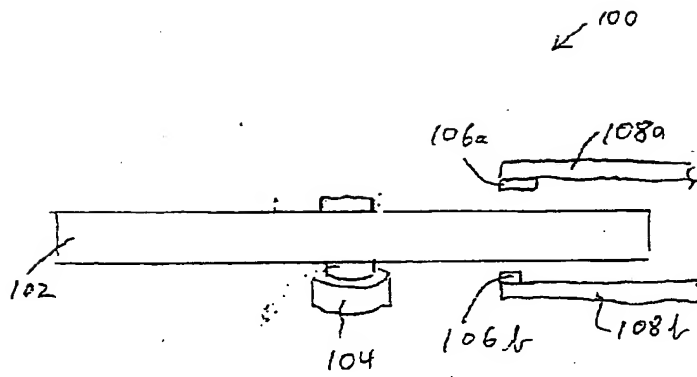


Fig. 11

METHOD FOR PREPARING A SUBSTRATE FOR A MAGNETIC
DISK

ABSTRACT

A method for manufacturing a magnetic disk comprises the step of depositing a metallic layer on a glass substrate and laser texturing the metallic layer. The magnetic disk is then completed by deposition of (a) an underlayer such as Cr or sputtered NiP, (b) a magnetic layer such as a Co or Fe alloy, and (c) a protective overcoat such as ZrO_2 , carbon or hydrogenated carbon. By providing the above-mentioned metallic layer, laser texturing can now be used in conjunction with glass substrates.